

Poligony resztkowe w kartografii planistycznej

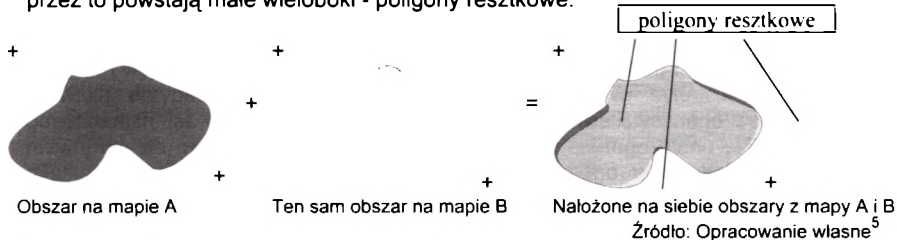
Celem niniejszej pracy jest zdefiniowanie tzw. poligonów resztkowych (ang. *sliver polygons*) oraz określenie ich wpływu na dokładność analiz stosowanych w kartografii planistycznej, szczególnie dotyczących elaboratu kartograficznego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

Mapy planistyczne są specyficznym rodzajem map tematycznych, głównie ze względu na ich hipotetyczny charakter, co oznacza, że ich treść odnosi się nie do aktualnej sytuacji, lecz zaplanowanej w przyszłości (chodzi tutaj o przeznaczenia terenu na różne formy jego zagospodarowania). Dotyczy to przede wszystkim elaboratu kartograficznego planu zagospodarowania przestrzennego. Do kartografii planistycznej zaliczyć można również inne mapy tematyczne będące rezultatem analiz przestrzennych i statystycznych dotyczących np. warunków naturalnych danego obszaru lub występujących na nim problemów społeczno – ekonomicznych. Często są to mapy należące do innych rodzajów map tematycznych np. klimatycznych czy demograficznych, jednak sposób ujęcia wskazuje na ich planistyczny charakter np. mapa korytarzy wentylacyjnych czy dynamiki demograficznej.

W rozprawie podjęto próbę oceny wpływu poligonów resztkowych na analizy kartograficzne przeprowadzane w kartografii planistycznej w zakresie planowania przestrzennego. Podczas prac urbanistycznych często wykonuje się bowiem, głównie w ramach badań diagnostycznych, porównania stanu istniejącego z projektowanym, przy czym musi występować tutaj jednoznaczność obiektów tj. kontury wydzieleni nie zmieniających się w rzeczywistości takimi też powinny być na obu planach. Problem poligonów resztkowych (i ich usunięcia) wystąpi na pewno podczas badania zmian przeznaczeń terenu na poszczególnych planach.

Ogólny schemat powstawania poligonów resztkowych jest następujący:

Na mapie A przedstawiony jest jakiś obiekt w formie wieloboku lub konturu. Ten sam obiekt jest przedstawiony na innej mapie B w tej samej skali, w tym samym odwzorowaniu, lecz opracowanej w innym czasie. Obiekt nie zmieniający się w rzeczywistości w okresie pomiędzy opracowaniami obu map, ulega jednak na mapie zmianie kształtu i wielkości. Nakładając na siebie obie mapy (gdyż są zdefiniowane w jednym układzie współrzędnych) uzyskujemy więc nałożone na siebie ale różniące się obrazy tego samego obiektu (ryc.1). Oba kontury nie pokrywają się ze sobą i przez to powstają małe wieloboki - poligony resztkowe.



Ryc. 1. Powstawanie poligonów resztkowych

Źródło: Opracowanie własne⁵

⁵ Jeżeli nie jest podane inaczej to wszystkie tabele i ryciny są opracowaniem własnym autora.

Typowymi obiektami, które przenoszone są jako takie same w kolejnych opracowaniach są właśnie wydzielienia stosowane w planach zagospodarowania przestrzennego.

Aby określić czy dany obszar przeznaczony na jakieś cele w jednym planie, ma inne przeznaczenie w drugim planie, należy zastosować analizę różnicy. Wykonując pomiary na mapie okazuje się, że poligony resztkowe mogą zmienić wartości obliczanych powierzchni. Należy zaznaczyć, że w dotychczasowej praktyce planistycznej nie zwracano większej uwagi na wpływ poligonów resztkowych na wyniki analiz. W czasach, gdy analizy wykonywano na kalce, kreśląc ręcznie kontury obszarów planistycznych, problem ten praktycznie nie miał miejsca. Nawet, jeśli istniały jakieś niejednoznaczności i różnice, kreślarz korygował je niejako „automatycznie” decydując się na zaliczenie „spornego” obszaru (czyli właśnie poligonu resztkowego) do jednego z dwóch przylegających do siebie obszarów, lub „uśredniając” przebieg linii je rozgraniczającej. Obecnie korzystając z aplikacji komputerowych wszystkie, nawet najmniejsze niedokładności są „ujawniane” i należy je poprawiać w sposób bardziej systemowy a nie przypadkowy. Technologie komputerowe niejako więc wymuszają procedury korygujące i to stanowi ich zaletę w stosunku do metod analogowych (Trafas, 1999).

W piśmiennictwie kartograficznym problem występowania poligonów resztkowych jest jedynie sygnalizowany poprzez informację, że wieloboki tego typu powstają przy nakładaniu na siebie obiektów powierzchniowych i że należy je usunąć, a jeżeli nie usunie się ich to spowodowany nimi błąd przeniesie się na wyniki analizy porównawczej oraz następnych analiz, do których zostaną one wykorzystane (Kraak, M.-J., Ormeling, F., 1998). A. Magnuszewski (1999) opisując etapy nakładania warstw tematycznych w modelu wektorowym wskazuje na jeden z nich jako usunięcie zbędnych wieloboków powstających w wyniku niedopasowania granic. Podczas przeszukiwania zasobów światowej sieci WWW sytuacja wygląda podobnie, choć w ciągu ostatnich kilku lat można zaobserwować znaczący wzrost liczby stron gdzie istnieje wzmianka o tym problemie. Na hasło „sliver polygons” w roku 1998 przeglądarka wyszukała kilkanaście odnośników, a w roku 2003 wyszukiwarka „Google” odnalazła prawie 1900 odnośników do stron, gdzie znajdowały się szukane słowa. Na większości z tych stron znajduje się krótka informacja o tym, że poligony resztkowe są błędami powstającymi podczas nakładania na siebie dwóch map, oraz że należy je usunąć. Informacje o sposobie eliminacji poligonów resztkowych są natomiast zdecydowanie rzadziej spotykane. Proponuje się uniknięcie powstawania poligonów resztkowych poprzez kopiowanie linii już narysowanych na wcześniej powstałej warstwie, aby uniknąć dwukrotnego narysowania wspólnej linii, lub, gdy jest to niemożliwe poprzez wybranie jednej z dwóch linii występujących na łączonych mapach przy jednoczesnym usunięciu drugiej (M.D. Joshi, R. Siva Kumar, 1999). Wskazywane są też powstałe w ostatnim czasie aplikacje posiadające moduły do wyszukiwania i usuwania poligonów resztkowych, głównie według kryterium powierzchniowego. Nie podjęto jednak dotąd próby określenia wielkości błędów wynikających z powstawania poligonów resztkowych. Rozprawa niniejsza ma wypełnić tę lukę. Jako materiał podstawowy do analiz wykorzystano elaboraty kartograficzne dwóch kolejnych planów zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa, które uznano za pełnowartościowe materiały kartograficzne. Jest to równocześnie materiał, który ujawnia problematykę poligonów resztkowych w całej swej różnorodności i nasileniu. Z drugiej strony miasto Kraków dysponuje kilkoma planami zagospodarowania przestrzennego sporządzonymi w kilku lub kilkunastoletnich odstępach czasowych, opartych na podobnych materiałach

podkładowych, co stwarza korzystną sytuację do badań. Ostatnie dwa plany z 1988 r. i 1994 r. opracowane były na tych samych podkładach, a więc zgodność wydzielen powinna być wyjątkowo prawidłowa.

Biorąc pod uwagę tak zarysowaną problematykę badawczą określiłem następujące szczegółowe cele i pytania badawcze:

- identyfikacja przyczyn powstawania poligonów reszkowych,
- ocena wpływu poligonów reszkowych na jakość obrazu kartograficznego oraz wpływu na zmianę kształtu i wielkości powierzchni elementów powstałych w wyniku analizy,
- określenie wielkości błędów wynikających z powstawania poligonów reszkowych
- jak uniknąć powstawania poligonów reszkowych ?
- czy możliwe jest takie przeprowadzenie procesów porównawczych aby poligony reszkowe nie powstawały ?
- jak eliminować lub redukować poligony reszkowe ?
- czy można sformułować kryteria automatycznych procedur służących do usuwania poligonów reszkowych ?

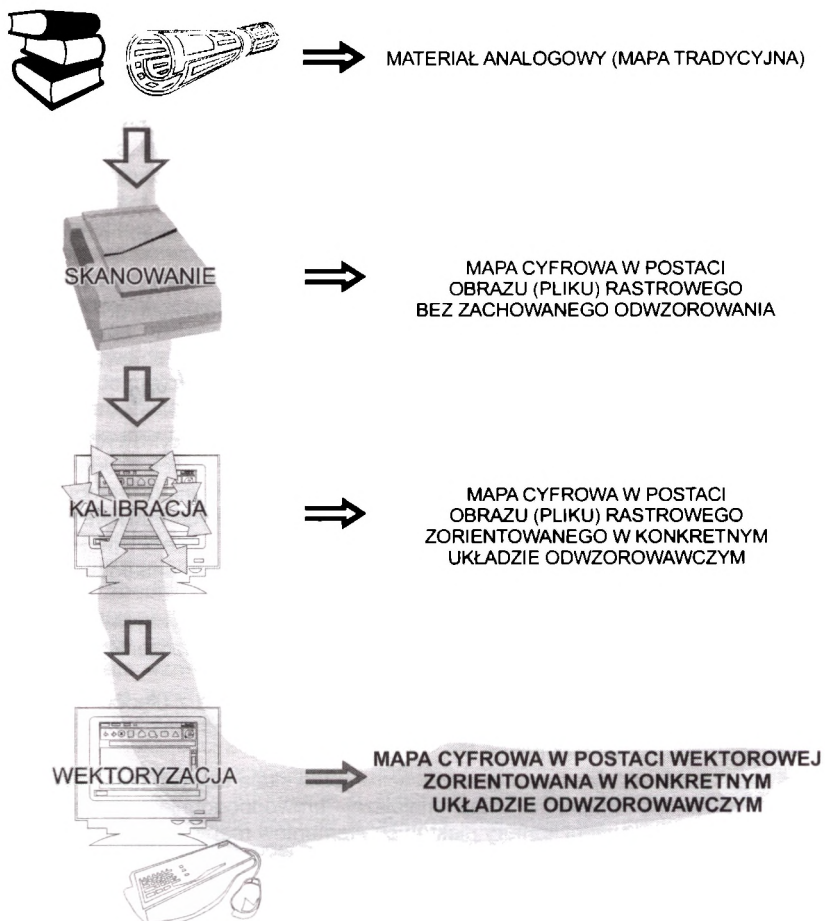
Źródła i przyczyny powstawania poligonów reszkowych

Bibl. Jag.

W ostatnim dziesięcioleciu duża część opracowań cyfrowych (map wektorowych) powstała wskutek przekształcenia tradycyjnych opracowań „papierowych”. Było to spowodowane powszechnym zastosowaniem komputerów przy jednoczesnym istnieniu bogatych zasobów map opracowanych tradycyjnie. Aby odnaleźć przyczynę powstawania poligonów reszkowych należy prześledzić kolejność postępowania w procesie przekształcania opracowań analogowych do postaci cyfrowej (ryc.2.).

Materiał analogowy poddany przetworzeniu również może przyczyniać się do późniejszego powstawania poligonów reszkowych. Duże znaczenie dla ich powstawania mają :

- niedokładne podkłady geodezyjne – wszelkie braki wynikające z błędów pomiaru geodezyjnego oraz kartowania, które automatycznie rzutują na nanoszone na tym podkładzie elementy planistyczne;
- różne skale map i różny stopień generalizacji – jeżeli skale użytych map znacznie się różnią to na mapie o skali mniejszej prawdopodobnie zastosowano generalizację, która zmieni kontury niektórych elementów mapy. Po nałożeniu obu takich map w miejscach, gdzie nastąpiła generalizacja powstaną poligony reszkowe;
- charakter obiektu (zjawiska) – prawdopodobieństwo wystąpienia poligonów reszkowych jest większe w przypadku nakładania obiektów wydłużonych w jednym kierunku (drogi, rzeki). Obiekty zwarte (np. lasy) mają mniejszą tendencję do tworzenia poligonów reszkowych;
- niedokładności ręcznego rysowania – mapy tradycyjne rysowane były ręcznie i ich jakość zależy od zdolności kreślarza. Jeżeli nastąpi błędne narysowanie linii polegające na nie pokrywaniu się rysunku kartowanego z już skartowanym, przełoży się to na późniejsze powstawanie poligonów reszkowych;
- zniekształcenia papieru - deformacje papieru uzależnione są przede wszystkim od stopnia wilgotności, docisku w procesie druku oraz kierunku biegu włókien w jego strukturze. Papier rozciąga się bardziej, jeżeli drukuje się wzdłuż biegu włókien (0,5 – 2 %). W kierunku poprzecznym rozciąganie jest mniejsze (0,2 – 1,5 %) (Ratajski L., 1989).



Ryc. 2. Schemat procesu przekształcania mapy tradycyjnej do postaci numerycznej

Etapy procedury badawczej zastosowanej w niniejszej pracy przedstawiają się w skrócie następująco:

1. Ocena wpływu poszczególnych etapów przekształcania analogowych materiałów kartograficznych do postaci cyfrowej na ujawnianie się poligonów reszkowych.
2. Przygotowanie elaboratów planów przestrzennego zagospodarowania Krakowa z lat 1988 i 1994 do analizy poprzez przeprowadzenie wzajemnego przyporządkowania przeznaczeń terenu określonych w obu planach.

3. Wybór form użytkowania ziemi (przeznaczenia terenu), których odwzorowanie na mapach obu planów jest analizowane pod kątem powstawania poligonów reszkowych:
 - Tereny komunikacyjne
 - Tereny zieleni miejskiej
 - Tereny mieszkaniowe
 - Obszary leśne
4. Analiza przyczyn pojawiania się poligonów reszkowych po wyznaczeniu różnicy uzgodnionych przeznaczeń z obu planów.
5. Manualna identyfikacja poligonów reszkowych w trakcie wizualnej oceny wyznaczonych różnic obszarów (przeznaczeń) z obu planów.
6. Statystyczna analiza częstości pojawiania się poligonów reszkowych w przyjętych przedziałach wielkościowych powierzchni tych poligonów (i ich sygnaturowe przedstawienie).
7. Ocena wyników wykonanych analiz statystycznych dla czterech rozpatrywanych przeznaczeń.
8. Uogólnienie wyników analizy i propozycja automatyzacji usuwania poligonów reszkowych.

Plan zagospodarowania przestrzennego i jego wizualizacja

Plan zagospodarowania przestrzennego

Plany zagospodarowania przestrzennego sporządza się w oparciu o odpowiednie ustawy. Dla obszaru każdej gminy sporządza się Plan Zagospodarowania Przestrzennego, który reguluje sposób użytkowania terenu.

Według ustawy „o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym” z dnia 27 marca 2003 r. w planie miejscowym określa się obowiązkowo:

- 1) przeznaczenie terenów oraz linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu lub różnych zasadach zagospodarowania;
- 2) zasady ochrony i kształtowania ładu przestrzennego;
- 3) zasady ochrony środowiska, przyrody i krajobrazu kulturowego;
- 4) zasady ochrony dziedzictwa kulturowego i zabytków oraz dóbr kultury współczesnej;
- 5) wymagania wynikające z potrzeb kształtowania przestrzeni publicznych;
- 6) parametry i wskaźniki kształtowania zabudowy oraz zagospodarowania terenu, w tym linie zabudowy, gabaryty obiektów i wskaźniki intensywności zabudowy;
- 7) granice i sposoby zagospodarowania terenów lub obiektów podlegających ochronie, ustalonych na podstawie odrębnych przepisów, w tym terenów górniczych, a także narażonych na niebezpieczeństwo powodzi oraz zagrożonych osuwaniem się mas ziemnych;
- 8) szczegółowe zasady i warunki scalania i podziału nieruchomości objętych planem miejscowym;
- 9) szczególne warunki zagospodarowania terenów oraz ograniczenia w ich użytkowaniu, w tym zakaz zabudowy;
- 10) zasady modernizacji, rozbudowy i budowy systemów komunikacji i infrastruktury technicznej;
- 11) sposób i termin tymczasowego zagospodarowania, urządzania i użytkowania terenów;

12) stawki procentowe, na podstawie których ustala się opłatę, o której mowa w art. 36 ust. 4.

3. W planie miejscowym określa się w zależności od potrzeb:

- 1) granice obszarów wymagających przeprowadzenia scaleń i podziałów nieruchomości;
- 2) granice obszarów rehabilitacji istniejącej zabudowy i infrastruktury technicznej;
- 3) granice obszarów wymagających przekształceń lub rekultywacji;
- 4) granice terenów pod budowę obiektów handlowych, o których mowa w art. 10 ust. 2 pkt 8;
- 5) granice terenów rekreacyjno-wypoczynkowych oraz terenów służących organizacji imprez masowych;
- 6) granice pomników zagłady oraz ich stref ochronnych, a także ograniczenia dotyczące prowadzenia na ich terenie działalności gospodarczej, określone w ustawie z dnia 7 maja 1999 r. o ochronie terenów byłych hitlerowskich obozów zagłady.

Podstawowe funkcje planu to (Jaśkiewicz M., 1992):

- regulacja,
- promocja,
- informacja.

Regulacja ustala dopuszczalny zakres i zasady wszystkich związanych z gospodarką przestrzenną działań podejmowanych na obszarze gminy. Dotyczy to zarówno działań związanych z wykorzystaniem przestrzeni jak i jej ochroną. Zapis regulacji jest obligatoryjny dla wszystkich użytkowników przestrzeni.

Promocja określa te kierunki działań, które będą preferowane i wspierane przez samorząd. Zapis promocji w formie ustaleń planu zobowiązuje władzę lokalną do podjęcia działań na rzecz realizacji ustalonych kierunków polityki przestrzennej oraz upoważnia do ich konsekwentnego egzekwowania. Z tego względu powinien obejmować tylko takie działania, których gmina faktycznie może się podjąć.

Informacja zawarta w planie obejmuje treści uzupełniające, a więc nie podlegające uchwaleniu:

- uzasadnienie rozwiązań przyjętych w planie,
- prognozę skutków działań dopuszczalnych planem.
- zakres zalecanych opracowań planistycznych umożliwiających optymalizację działań realizacyjnych,
- wskazania dotyczące zakresu dodatkowej regulacji, wykraczającej poza zakres planu zagospodarowania przestrzennego, wspierającej i uzupełniającej ustalenia planu miejscowego,
- zakres i sposób prowadzenia bieżącej oceny zmian w przestrzeni.

Zawartość zapisu planu należałoby podzielić na część ogólną, mającą charakter deklaracyjny, oraz część szczegółowo – realizacyjną mającą charakter techniczno – prawny. (Piórecki J., 1992)

Najistotniejsze zapisy powinny objąć (Piórecki J., 1992):

- w części ogólnej:
- 1. określenie celów założonych do osiągnięcia w efekcie realizacji planu,
- 2. określenie funkcji pełnionych przez plan wraz z polityką (politykami), jakie w ramach tych funkcji będą miały zastosowanie,

3. ustalenie „obszarów funkcjonalnych” z uwzględnieniem „szczególnych” (terenów) – z odniesieniem do rysunku planu,
 4. ewentualne ustalenie stref przestrzennych – zróżnicowania polityki przestrzennej, stopniowania warunków lub preferencji w realizacji – z odniesieniem do rysunku planu,
 5. ewentualne procedury realizacyjne obowiązujące na całym obszarze gminy,
 6. ewentualne określenie wyodrębnionych części obszaru objętych szczegółowym opracowaniem i ustaleniami.
- w części szczegółowo – realizacyjnej:
- ustalenie wyodrębnionych terenów określanych w planie i przypisanie im:
- przeznaczenia,
 - ew. preferencji (promocji),
 - wykluczeń,
 - ew. dopuszczeń
 - z odniesieniem do rysunku planu,
 - ew. określenie „procedur realizacyjnych”, również w zakresie promocji,
 - określenie „warunków zabudowy i zagospodarowania”

Plan zagospodarowania przestrzennego jako materiał kartograficzny

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 2003 r. określa rodzaj materiałów kartograficznych z których należy korzystać podczas opracowywania planu. Według tej ustawy plan miejscowy sporządza się w skali 1:1.000, z wykorzystaniem urzędowych kopii map zasadniczych albo w przypadku ich braku, map katastralnych, gromadzonych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym. W szczególnie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie map w skali 1:500 lub 1:2.000, a w przypadkach planów miejscowych, które sporządza się wyłącznie w celu przeznaczenia gruntów do zalesienia lub wprowadzenia zakazu zabudowy, dopuszcza się stosowanie map w skali 1:5.000. Z ustawy wynika, że najważniejszym materiałem podkładowym używanym do kreślenia planu jest mapa zasadnicza, czyli - zgodnie z art.2, p.7 ustawy Prawo Geodezyjne i Kartograficzne - jest to *wielkoskalowe opracowanie kartograficzne zawierające aktualne informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych oraz elementach ewidencji gruntów i budynków, a także sieci uzbrojenia terenu: nadziemnych, naziemnych i podziemnych*

Mapa zasadnicza stanowi:

1. podstawowy element państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego w rozumieniu art. 40 ustawy Prawo Geodezyjne i Kartograficzne,
2. podstawowy materiał kartograficzny, wykorzystywany do zaspokojenia różnorodnych potrzeb gospodarki narodowej, a w szczególności zagospodarowania przestrzennego, katastru nieruchomości i powszechnej taksacji,
3. źródłowe opracowanie kartograficzne do sporządzania map pochodnych i innych wielkoskalowych map tematycznych oraz aktualizacji mapy topograficznej w skali 1:10 000 (1:5000).

Treść obligatoryjną mapy zasadniczej stanowią:

- punkty osnów geodezyjnych,

- elementy ewidencji gruntów i budynków,
- elementy sieci uzbrojenia terenu, w szczególności urządzenia nadziemne, naziemne i podziemne.

Do elementów ewidencji gruntów i budynków zalicza się, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dn. 17 grudnia 1996 w sprawie ewidencji gruntów i budynków § 23 p.3:

1. granice jednostek terytorialnego podziału państwa,
2. granice jednostek ewidencyjnych,
3. granice obrębów,
4. granice działek,
5. opisy i kontury użytków gruntowych, w tym ekologicznych,
6. opisy i kontury klas gleboznawczych,
7. usytuowanie budynków,
8. stabilizowane (trwałe) punkty graniczne,
9. numery ewidencyjne działek,
10. numery porządkowe budynków,
11. numery ewidencyjne budynków,
12. numery punktów załamania linii granicznych,
13. nazwy ulic i oznaczenia dróg publicznych,

Podczas opracowywania planu urbanizacji korzystają z mapy zasadniczej jako podkładu, na który nanoszą elementy planistyczne tworząc projekt rysunku planu miejscowego. Projekt taki powinien zawierać (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury, 2003):

- 1) wyrys ze studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy z oznaczeniem granic obszaru objętego projektem planu miejscowego;
- 2) określenie skali projektu rysunku planu miejscowego w formie liczbowej i liniowej;
- 3) granice obszaru objętego planem miejscowym;
- 4) granice administracyjne;
- 5) granice terenów zamkniętych oraz granice ich stref ochronnych;
- 6) granice i oznaczenia obiektów i terenów chronionych na podstawie przepisów odrębnych w tym terenów górniczych, a także narażonych na niebezpieczeństwo powodzi oraz zagrożonych osuwaniem się mas ziemnych;
- 7) linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu lub różnych zasadach zagospodarowania oraz ich oznaczenia;
- 8) linie zabudowy oraz oznaczenia elementów zagospodarowania przestrzennego terenu;
- 9) w razie potrzeby oznaczenia elementów informacyjnych, nie będących ustaleniami projektu planu miejscowego.

Po spełnieniu powyższych założeń elaborat graficzny planu miejscowego jest pełnowartościowym materiałem kartograficznym.

W niniejszej pracy jako materiały badawcze użyto dwa ostatnie plany zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa: z 1988 i 1994 roku.

Miejscowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa z 1988 roku określał politykę przestrzenną, zasady funkcjonowania i rozbudowy infrastruktury technicznej, rodzaj użytkowania terenów oraz ustalenia planu. (MPOZP, 1988)(ryc.3) Został on uchwalony dnia 25 kwietnia 1988r. przez Radę Narodową Miasta Krakowa. Autorzy planu '88 wyznaczyli 86 kategorii przeznaczeń terenu

Miejscowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa z 1994 roku jest dokumentem, który ustalał zasady zagospodarowania terenów wg rodzajów przeznaczenia, oraz zasady zagospodarowania terenu wg stref polityki przestrzennej.(MPOZP, 1994)(ryc.4) Został on uchwalony 16 listopada 1994 r. przez Radę Miasta Krakowa. Autorzy planu '94 wyznaczyli 19 kategorii przeznaczeń terenu

Pełny materiał badawczy stanowiło:

- 258 arkuszy map w skali 1 : 2000 będących załącznikami do planu zagospodarowania przestrzennego Krakowa z 1988 roku
- 35 arkuszy map w skali 1 : 5000 będących załącznikami do planu zagospodarowania przestrzennego Krakowa z 1994 roku (ryc.5)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.5. Podział sekcyny arkuszy planu '88 i planu '94
(czarne – plan '88, szare, przerywane – plan '94)

Jeden arkusz mapy w skali 1:5000 składał się z 9 arkuszy map w skali 1:2000. Oba plany zostały sporządzone na arkuszach o formacie A1 w wersji czarno – białej.

Jeden wydrukowany arkusz odpowiada jednej sekcji planu – odpowiedni numer jest umieszczony na mapie. Różna skala map dla obu planów nie stanowiła przeszkody dla porównań. Zostały one bowiem sprowadzone do wspólnej skali w procesie przekształcania do postaci cyfrowej. Różnica skal ma jednak pewne znaczenie, gdyż podczas rysowania planu, kreśląc linie rozgraniczające na podkładzie w skali 1:5000 dokonuje się pewnej generalizacji w stosunku do linii narysowanych na podkładzie w skali 1:2000. Niewątpliwie ma to wpływ na powstanie dodatkowej liczby małych poligonów resztkowych, które nie wystąpiłyby, gdyby oba plany powstały na podkładzie w jednakowej skali.

Charakterystyka dokumentów planistycznych dla miasta Krakowa

W XX w. dla Krakowa opracowano kilka dokumentów regulujących kwestie zagospodarowania przestrzennego. Na początku wieku Kraków był małym miastem, ograniczonym pierścieniem XIX-wiecznych fortyfikacji, co doprowadzało do znacznego wzrostu intensyfikacji zabudowy a przez to stanowiło pewne zagrożenie dla standardu życiowego jego mieszkańców. Dlatego z inicjatywy ówczesnego prezydenta miasta Juliusza Leo, zapadły wówczas istotne decyzje o przyłączeniu do miasta kilkunastu sąsiednich gmin wiejskich i tym samym poszerzeniu granic miasta, które po wprowadzeniu wszystkich zmian osiągnęło w 1915 roku obszar 4690 ha a więc kilkakrotnie większy niż dotąd. W 1909 roku, ogłoszono konkurs na *Plan regulacji Wielkiego Krakowa*, który w rok później wygrał zespół wybitnych krakowskich architektów: J.Czajkowski, W.Ekielski, T.Stryjeński, L. Wojtyczka i K. Wyczyński.

Główne założenia tej koncepcji rozwoju Krakowa były następujące:

- Przeprowadzenie obwodnicy przebiegającej w linii obecnej Alei Trzech Wieszczów (zachodnia część miasta), w rejonie dzisiejszych ulic Kamiennej i Prandoty (północna część miasta), w rejonie obecnej ul. Beliny-Prażmowskiego i Powstania Warszawskiego (wschodnia część miasta) – bez lokalizacji części południowej, gdyż plan nie obejmował Podgórza;
- Skoncentrowanie zwartego budownictwa mieszkaniowego – raczej o wyższym standardzie i z odpowiednim zapleczem handlowym – w zachodniej części miasta, wokół proponowanej szerokiej alei w rejonie dzisiejszych ulic Raclawickiej i Kijowskiej;
- Lokalizacja dzielnic z tańszymi mieszkaniami w północnej, wschodniej i południowej części miasta, na przemian z terenami przemysłowymi;
- Lokalizacja wysokostandardowych osiedli typu willowego wzdłuż: Wisły, Rudawy, Młynówki i Prądnika.

Na kanwie tych założeń sporządzono w specjalnie do tego powołanym Biurze Regulacji Krakowa, konkretny plan regulacyjny, w którym wydzielono 8 stref urbanistycznych:

1. stare jądro historyczne,
2. zabudowę XIX-wieczną (w obrębie planowanej obwodnicy),
3. zabudowę zwartą ale o wysokości nie przekraczającej szerokości ulic,
4. zabudowę półotwartą (bez oficyn)
5. zabudowę otwartą (podmiejską i willową)
6. tereny otwarte - zielone,
7. tereny przemysłowe,
8. tereny portowe

Ta koncepcja rozwoju urbanistycznego Krakowa nosiła cechy - dopiero później wykształconego i rozwiniętego w Europie – tzw. zoningu (choćby wydzielone strefy nie miały jeszcze charakteru planistycznego w dzisiejszym sensie), a jednocześnie była pierwszym znanym pomysłem na zrównoważony rozwój miasta. Śledząc kolejne plany urbanistyczne trzeba sobie zdawać sprawę, że nie wszystkie ich elementy były i mogły być zrealizowane. Wizja często bowiem rozmija się z rzeczywistością. Tak stało się też z planem z 1910 r. (i późniejszymi), który jednak swymi śmiałymi rozstrzygnięciami nadał miastu piętno i charakter, jakie później nie tak łatwo dawały się zastąpić gorszymi, i w tym przede wszystkim należy upatrywać sukcesu tego planu. Jego realizacji sprzyjała poprawiająca się koniunktura gospodarcza miasta, gwarantująca mu spokojny i harmonijny rozwój. Liczba ludności nie przekraczała 250 tys. i nie było wówczas wyraźnych tendencji do jej zwiększania. Kraków miał rozwijać swe funkcje kulturalnej i naukowej stolicy kraju z umiarkowanym, lecz znaczącym przemysłem i szeroko pojętym handlem. Dojrzałą koncepcję urbanistyczną uzupełnili swoimi realizacjami, znamionującymi oryginalną „szkołę krakowską”, wybitni architekci, na ogół wykształceni w renomowanych ośrodkach Wiednia, Berlina czy Paryża. Efekty Planu regulacji widoczne były stopniowo. W pierwszym okresie (lata dwudzieste) ograniczały się, wobec skromnych możliwości finansowych miasta, do wymiany substancji budowlanej znacznej ilości budynków, ale i wznoszenia dość monumentalnych w historycznym centrum w obrębie Plant, a następnie do uzupełnień istniejącej już zabudowy pomiędzy pierwszą i drugą obwodnicą - tam powstało najwięcej eklektycznych kamienic znamionujących architekturę na dobrym europejskim poziomie (podobnie jak w Pradze, Wiedniu czy Budapeszcie). Największym sukcesem było stworzenie szerokiej arterii miejskiej - Alei Trzech Wieszców, której funkcja miała nawiązywać do wiedeńskiego Ringu (choćby bez linii tramwajowych). Zlokalizowano tam wiele udanych architektonicznie budynków a z punktu widzenia urbanistycznego, zadbane o właściwe i korzystne dla sylwetki miasta, uformowanie węzłów z ulicami prowadzącymi do i od centrum miasta. Na początku lat trzydziestych realizujące Plan Biuro Architektoniczne przedstawiło plan regulacyjny zewnętrzny (tj. po za drugą obwodnicą), obszaru miasta. Główne założenia sprowadzały się do wyznaczenia terenów zabudowy mieszkaniowej w części zachodniej i północnej aż po linię kolejową Kraków – Katowice, a także w niektórych innych miejscach oraz koncentracji działalności przemysłowej we wschodniej części miasta, która jako całość, w okresie międzywojennym nie doczekało się szybszego rozwoju pomimo lokalizacji tam kilku ważnych i nie małych, zakładów przemysłowych. Realizacja zamierzeń planistycznych nie była jednak systematyczna i poza bardziej regularną zabudową, głównie w kierunku zachodnim, na pozostałym obszarze była ona bardziej spontaniczna i ograniczała się do wznoszenia na ogół izolowanych, niskich domów mieszkalnych w wyniku wykupu stosunkowo małych działek lub zamiany dotychczasowych działek rolnych na budowlane. Powstawał w ten sposób typowy do dzisiaj miejsko - wiejski krajobraz krakowskich przedmieść, niewiele zresztą różniący się od osiedli leżących poza granicami miasta. Kształtowanie terenów przemysłowych czy komunikacyjnych też odbywało się raczej chaotycznie, a ich zwornikami stawały się głównie nieźle wyposażone w potrzebną infrastrukturę, stacje kolejowe, rozbudowującego się węzła krakowskiego.

„Wykluwający” się z założeń Planu Regulacyjnego z 1910 roku - układ promienisto - koncentryczny, znalazł swój pełniejszy wyraz w uznawanym za bardzo nowoczesny, a metodologicznie nawet za nowatorski, bo oparty na szerokich pracach studialnych- planie Kazimierza Dziewońskiego z 1939 roku. Wyznaczał on

kierunki przyszłego rozwoju miasta, które stały się następnie kanwą dla kolejnych planów urbanistycznych.

Plan Dziwiońskiego, architekta-urbanisty i geografa, był planem kompleksowym tj. uwzględniał szereg uwarunkowań, przede wszystkim technicznych ale i środowiskowych. Uwzględniał on już „wielkomiejską” strukturę Krakowa, rozwijając dotychczasowe kierunki jego rozbudowy w zachodniej części miasta ale wskazując także i nowe, na północy, poza linią kolejową Kraków - Katowice, jako rozwojowe dla mieszkalnictwa. Była to koncepcja śmiała bowiem wiele przemawiało za południowym kierunkiem ekspansji terytorialnej miasta (lepsze warunki klimatyczne, bliskość atrakcyjnych terenów karpackich i raczej słabe gleby) i ta opcja miała wielu zwolenników. W układzie komunikacyjnym zaproponowano w planie: dopełnienie drugiej obwodnicy od strony południowej, fragmenty trzeciej obwodnicy, z przeprawą mostową przez Wisłę koło klasztoru ss.Norbertanek (jedna z późniejszych koncepcji tzw. Trasy Zwierzynieckiej) - w części zachodniej oraz jej szerokiego łuku od północy i wschodu, zaś z arterii promienistych: ul. Królewską oraz przedłużenie linii Al. 3 Maja i obecnej ul. Monte Cassino - co zostało zrealizowane. Podobnie śmiałe były plany obwodnic kolejowych od strony północnej i wschodniej (częściowo zrealizowane przez Niemców w czasie II wojny światowej). Uderzało natomiast skromne potraktowanie w planie terenów przemysłowych (brak rozwojowych), co jednak nie oznaczało, że na krótko przed II wojną światową, Kraków nie był ważnym ośrodkiem przemysłowym, a takie fabryki jak zakłady metalowe Zieleniewskiego czy cukiernicze H. Piaseckiego znane były nie tylko w Polsce z doskonałych wyrobów. Plan wskazywał natomiast teren pod zrealizowane później lotnisko w Rakowicach. Realizacja planu z 1939 r, zapewniła by Krakowowi dalszy harmonijny rozwój, uwzględniający już jego bardziej wielkomiejskie ambicje jednak nie na tyle duże aby zakłócić właściwe proporcje a także równowagę ekologiczną (przewidziano np. zachowanie naturalnych klinów zieleni). W czasie wojny doszło do stworzenia nowej jakby jego wersji (przez niemieckiego architekta H. Rittera) podporządkowanej celom militarnym, czego wynikiem był projekt przebudowy węzła kolejowego (m.in. przeniesienie dworca głównego bardziej na wschód, w okolice Ronda Mogińskiego oraz zrealizowane: nowa obwodnica kolejowa, rozbudowa lotniska, nowej południkowo przebiegającej arterii drogowej na Podgórzu czy zabudowa tzw. kwartału niemieckiego wzdłuż obecnej ul. Królewskiej; powstał wtedy także pomysł budowy ekskluzywnej dzielnicy rządowej w Dębnikach. W 1941 r znacznie poszerzono też granice Krakowa poprzez przyłączenie 30 okolicznych gmin wiejskich (leżących głównie po wschodniej stronie miasta).

Trzeba stwierdzić, że zarówno oryginał planu z 1939 jak i okupacyjna jego przeróbka nie stwarzały zagrożeń dla czynników miastotwórczych. Dopiero podjęta w 1949 r arbitralna decyzja władz centralnych o budowie wielkiego kombinatu metalurgicznego w sąsiedztwie miasta, połączona z ustawowym ubezwłasnowolnieniem samorządu lokalnego, okazała się czynnikiem destabilizującym dotąd zrównoważony rozwój miasta.

Okres pierwszych lat po II wojnie światowej, która nie spowodowała na szczęście większych szkód w mieście, nie zaznaczył się większymi inwestycjami (choćby powstało wówczas kilka mniejszych zakładów przemysłowych), które by zmieniły układ przestrzenno - funkcjonalny miasta. Natomiast punktem zwrotnym w jego rozwoju stał się rok 1949, w którym zdecydowano o budowie huty oraz towarzyszących jej inwestycji w tym nowego miasta Nowa Huta początkowo obliczanego tylko na 100 tys. mieszkańców; w związku z tym układ urbanistyczny miasta zaczął się przekształcać z bardziej koncentrycznego w pasmowy rozwijając

się w kierunku wschodnim, co wymusiło także inwestycje w zakresie uzbrojenia terenu i przebiegu systemów infrastrukturalnych. Tym celom miał też służyć nowy plan regionalny „wschodniej części okręgu krakowskiego”, którego głównym zadaniem miało być skoordynowanie inwestycji, związany z budową Nowej Huty - z miastem Krakowem (trzeba w tym miejscu zaznaczyć, że Nowa Huta przez pewien, krótki okres była oddzielną jednostką osadniczą, nie mając jednak praw miejskich a następnie dopiero została włączona do miasta Krakowa jako jego dzielnica). Prace nad planem ogólnym miasta wznowiono natomiast w 1951 r., po utworzeniu odpowiedniej Pracowni pod kierownictwem Anny Ptaszyckiej. Opracowaniem objęto Kraków wraz z Nową Hutą a docelową liczbę ludności dla miasta ustalono na 560 tys. w 1970 r. Nowa wersja planu, z 1953 r a stanowiącą rozwinięcie poprzednich opracowań została zaakceptowana przez władze m. Krakowa, z zaleceniem dalszego opracowania, które jednak z różnych powodów przede wszystkim politycznych, zamieniło się w zasadniczą jego rewizję (Ptaszycka A.1956). Odtąd bowiem decydującym o rozwoju miasta czynnikiem stały się ogórne wytyczne, co do poziomu produkcji stali, który decydował o zakresie rozwoju kombinatu, co z kolei przejawiało się w konieczności zwiększenia rezerw dla budownictwa mieszkaniowego i zmianach wskaźników zaspokożenia potrzeb mieszkańców Krakowa oraz regionu krakowskiego; doszło wtedy też do kolejnego poszerzenia granic miasta o następne kilkanaście gmin. Z tych to powodów opracowano nową wersję ogólnego planu zagospodarowania przestrzennego, akceptowaną i uchwaloną przez Radę Narodową m. Krakowa w maju 1958 r. lecz nie zatwierdzoną przez Prezydium Rządu, co było wówczas wymagalne dla posiadania mocy obowiązującej.

Projekt planu ogólnego z 1958 r. opracowany już pod kierunkiem Zbigniewa Karakiewicza, charakteryzował się wprowadzie kontynuacją zasadniczych kierunków dotychczasowego rozwoju miasta i opierał się na istniejących walorach funkcjonalno-użytkowych i krajobrazowych, ale zakładał istnienie dwubiegowego systemu urbanistycznego, odrębnych organizmów miejskich: „starego” Krakowa i Nowej Huty o promienisto - koncentrycznym układzie: starego Krakowa oraz Nowej Huty, która jak wyżej wspomniano miała nawet status oddzielnego miasta). Temu oddzieleniu (oprócz do dzisiaj wyczuwalnej bariery mentalnej przejawiającej się w nie do końca zaakceptowaniu istnienia Nowej Huty przez mieszkańców „starego” Krakowa) sprzyjało też ciągle funkcjonujące jeszcze lotnisko w Rakowicach. Ale tendencja do satelitarnego układu widoczna była także w zaprojektowaniu nowych zespołów mieszkaniowych również i w innych częściach miasta: w Prokocimiu, Łagiewnikach, Ruczaju - po prawej stronie Wisły i Olszy, Prądniku Białym i Czerwonym - po lewej jej stronie. Tworzył się więc wokół Krakowa wianuszek osiedli satelitarnych, który odtąd miał być specyfiką układu przestrzennie funkcjonalnego Krakowa, podobnie zresztą jak i innych polskich miast. Później jednak zaczyna przeważać (niestety na razie tylko w planie) koncepcja bardziej pasmowego rozwoju budownictwa mieszkaniowego zarówno w północnej jak i południowej części miasta. Powrócono też do koncepcji przesunięcia kolei średnicowej, w kierunku wschodnim, stycznie do obszaru śródmieścia z dworcem kolejowym w okolicy Ronda Mogińskiego i budowy obwodnicy okalającej kombinat od strony północnej i wschodniej ale już dalej wysuniętej na wschód (poza obrębem kombinatu metalurgicznego) - do połączenia z linią Kraków - Tarnów a także dopełnienie drugiej obwodnicy drogowej i rozpoczęcie trzeciej. Plan wyraźnie preferował usystematyzowanie terenów zielonych proponując ich koncentrację i rozwój wokół dotychczasowych jej skupień a także wykorzystanie układu dawnych dróg fortecznych oraz zieleni wewnątrzosiadłowej; natomiast nie

przewidywano większego rozwoju terenów przemysłowych (za wyjątkiem tych związanych z kombinatem). Po raz pierwszy zaznacza się wyraźniej w planie koncepcja wyodrębnienia zespołów związanych z nauką i szkolnictwem wyższym, w związku z przewidywaną realizacją inwestycji Uniwersytetu Jagiellońskiego, z okazji jego 600-lecia; przyjęto też optymalną pojemność zwartego obszaru miasta w perspektywie (1980-1990) na ok. 700 tys. mieszkańców.

Nowe ustalenia odnośnie rozbudowy kombinatu (noszącego już wtedy nazwę „Huta im. Lenina”) i związanej z tym skali miasta oraz przyspieszenia tempa jego rozwoju spowodowały konieczność aktualizacji planu, na podstawie nowych wytycznych gospodarczych. Powstała nowa wersja planu, pod kierunkiem Stanisława Hagera. Poprzedziły go studia specjalne, prowadzone szczególnie pod kątem analizy stanu istniejącego jak i badań potrzeb rozwojowych miasta, tak, że plan ten stał się pierwszym, który został podbudowany kompleksowymi badaniami możliwości rozwoju w okresie perspektywicznym. Badania te przeprowadzono w ramach studium możliwości rozwoju, opracowanego w dwóch wariantach różniących się rozwiązaniami komunikacji zbiorowej.

Jako priorytetową funkcję rozwoju Krakowa przyjęto przemysł a następnie naukę i kulturę oraz turystykę. Wielkość miasta została określona na 720-750 tys. mieszkańców - w 1985 r.; a liczbę zatrudnionych ustalono w granicach 360-380 tys. osób, z czego dojazdy do pracy stanowić miały do 15%. Liczbę turystów przyjeżdżających do Krakowa określono na 3 mln rocznie. Przyjęcie takich parametrów znamionowało przyjęcie bardziej zrównoważonego modelu funkcjonalnego miasta (pomimo stałej presji na zwiększanie produkcji surowcowej Huty im. Lenina) ale wymagało to oczywiście zaprojektowanie znacznych rezerw terenowych zwłaszcza na budownictwo mieszkaniowe, którego główna koncentracja została przewidziana w paśmie północnym czemu sprzyjało przeniesienie lotniska z Rakowic do podkrakowskich Balic, nie kontynuowano zaś kształtowania „pasmowej” zabudowy mieszkaniowej na południu. Tereny przemysłowe plan lokalizował już nie tylko we wschodniej ale także i południowej (Płaszów) i zachodniej części miasta. Te zamierzenia zostały w większości zrealizowane natomiast inne, stanowiące zresztą główne elementy tego planu jak np.: nowe centrum administracyjno - handlowe Krakowa w rejonie nowego Dworca Głównego a także nowe centrum dla Nowej Huty w rejonie Ronda Czyżyńskiego, realizacji się nie doczekały; za to pojawiła się też koncepcja obejścia autostradowego, ale tylko w formie rezerwy terenu, miała by ona wykorzystywać także i oś północ - południe na wysokości Czyżyn, gdzie przewidywano jej skrzyżowanie z trasą wschód - zachód biegnącą od zachodu po południowej stronie linii kolejowej Kraków - Katowice a dalej pod Dworcem Głównym, ul. Lubomirskich i Rondem Mogiłskim. Najważniejszym jednak był fakt, że plan Hagera został jako pierwszy wreszcie zatwierdzony (wprawdzie dopiero w 1967 r a więc w trzy lata po zakończeniu nad nim prac) i uzyskał klauzulę obowiązującą.

Okazało się jednak wkrótce, że w związku z kolejnym etapem rozbudowy Huty im. Lenina i presją na zintensyfikowanie budownictwa mieszkaniowego oraz inwestycji nauki i szkolnictwa wyższego oraz turystyki - plan ten szybko się zdezaktualizował - zbliżyły się lata względnej koniunktury gospodarczej, chociaż już od 1960 roku rozwój Krakowa charakteryzował się nasileniem procesów inwestycyjnych, i to zarówno w dziedzinie przemysłu, jak i budownictwa mieszkaniowego i usługowego. Oprócz intensywnie prowadzonej rozbudowy kombinatu metalurgicznego, inicjowanej przez kolejne uchwały dotyczące jego rozbudowy, uruchomiono szereg nowych zakładów przemysłowych i co warto zanotować, bardziej proekologicznych (np.

fabrykę aparatury pomiarowej KFAP). Wyraźnie rozwijało się budownictwo mieszkaniowe zarówno w osiedlach rozpoczętych w poprzednich okresach, jak i w nowych lokalizacjach, położonych nieraz blisko centrum (np. niemal na *vis a vis* Wawelu, po drugiej stronie Wisły), czy w pobliżu koncentracji zakładów przemysłowych (np. w Prokocimiu) ale także i na północ od Nowej Huty. Powstaje wtedy także wiele obiektów usługowych, wśród których poza rozbudową szkolnictwa podstawowego i średniego należy wymienić inwestycje szkolnictwa wyższego, zwłaszcza związane z jubileuszem Uniwersytetu (tzw. II Kampus UJ) oraz obiekty Politechniki Krakowskiej, Akademii Górniczo - Hutniczej, Akademii Wychowania Fizycznego i Akademii Medycznej (Instytut Pediatrii w Prokocimiu zbudowany z funduszy amerykańskich). Uzupełnienie inwestycji szkół wyższych stanowiły domy akademickie, a zwłaszcza „miasteczko studenckie” budowane - jak na owe czasy - z wielkim rozmachem. Z większych inwestycji należy wymienić Ośrodek Telewizji na Krzemionkach, Hotel „Cracovia”, nowoczesne kino „Kijów” i wreszcie pierwszy powojenny most: Grunwaldzki oraz szereg inwestycji z zakresu kultury, administracji, sportu, zieleni, infrastruktury technicznej (np. ujęcia wody dla Krakowa na rzece Rudawie, a później na Rabie). W latach siedemdziesiątych rozpoczyna się też gruntowna przebudowa Dworca Głównego i jego otoczenia, budowa autostrady Kraków - Katowice oraz budowa kolejnego stopnia wodnego na Wiśle („Kościszko”) w zachodniej części miasta. Granice Krakowa zostają kolejny raz poszerzone, zarówno na wschodzie jak i zachodzie oraz południu. Kraków w 1975 osiągnął obszar 312 km² i liczbę ludności 685 tys.

Dynamiczny, ilościowy rozwój Krakowa na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych skłonił władze miasta do podjęcia prac nad planem jego rozwoju, który stworzyłby szersze możliwości dla działań inwestycyjnych (Ziobrowski Z. 1996).

Kolejny plan, opracowany przez Krystiana Seiberta, a zatwierdzony w 1977r., obejmował poza Krakowem także obszar Wieliczki i Skawiny, Niepołomic oraz fragmenty kilkunastu gmin sąsiadujących z Krakowem - jako tzw. Krakowski Zespół Miejski (KZM), był to więc pierwszy plan, którego zasięg był szerszy niż wyznaczały to granice miasta i można go było uważać jako plan aglomeracji krakowskiej w urbanistycznym sensie tego pojęcia. Aglomeracją krakowską nazywano wtedy także cały obszar tzw. miejskiego województwa krakowskiego, które powstało w wyniku wprowadzonego w 1975 r. nowego podziału terytorialnego Polski na 49 województw, spośród których, wyżej wspomniane należało obok łódzkiego i warszawskiego, do najmniejszych tzw. miejskich z jedną władzą wykonawczą (prezydent miasta był jednocześnie wojewodą, a dzielnice miasta funkcjonowały na prawach gmin czyli tzw. „terenowych organów administracji państwowej”). Plan KZM był odpowiedzią na wielkie rządowe plany inwestycyjne, chociaż z drugiej strony uwzględniał aspekty jakby już „postindustrialnego” rozwoju. Główny konstruktor tego planu tak charakteryzował jego uwarunkowania i sytuację u progu jego realizacji: „... Po raz pierwszy od prawie trzydziestu lat nastąpiło zahamowanie wzrostu zatrudnienia w przemyśle, natomiast wyraźnie rozwija się sektor obsługi. Szczególnie szybko zwiększa się aktywność całego działu nauczania i nauki. Budownictwo mieszkaniowe wykonuje już prawie pół miliona metrów kwadratowych rocznie. Odpowiada to wielkości 30-tysięcznego zespołu. Jednak szereg dziedzin wyraźnie nie nadąża za tempem narzucanym przez nowe potrzeby. To przede wszystkim infrastruktura techniczna i społeczna. Jeszcze po prostu nie dochodzi do powszechnej świadomości, że zbliżamy się do przełomowego momentu w rozwoju miasta, w którym pilne ilościowe potrzeby pierwszych dni już ustępują miejsca potrzebom zmian jakościowych, czyli zmian w strukturze inwestowania, realizowania i zarządzania;

zmian takich wymagają już nie tylko poszczególne elementy zagospodarowania, ale system miejski jako całość.

Wyrazić się to musi we wprowadzeniu w życie wieloogniskowej struktury urządzeń obsługi, w usprawnieniu systemu kontaktów, nie tylko zresztą przy pomocy komunikacji i telefonii, ale przez rozwój infrastruktury społecznej. Konieczne jest rozwinięcie nowych technologii w zakresie uzbrojenia miasta. Lata siedemdziesiąte dały w tej dziedzinie początek wielu sprawom; uzyskaliśmy pierwsze ciepło z centralnego źródła, doprowadzono wodę z Raby, zrealizowano pierwszą część oczyszczalni ścieków. Rozpoczęto budowę wielkich magistralnych ciągów różnych sieci uzbrojenia. Jest to zapowiedź przekształceń strukturalnych. Jednak nic lub prawie nic - jeżeli spojrzymy na problem strukturalnie - nie zmieniło się w komunikacji. Nie przybył prawie żaden ciąg, który byłby elementem zapoczątkowującym istotne zmiany. Nie wprowadzono żadnego nowego środka transportu. Bardzo powoli przebudowuje się centralny układ komunikacyjny, niewiele posuwa się do przodu budowa ulic ekspresowych oraz obojętna autostradowego. Komunikacja zbiorowa nie rozwija się, poza kilkoma nowymi liniami tramwajowymi oraz rozbudową zajezdni tramwajowej. Wygląda tak, jakby ta dziedzina zapadła w letarg, mimo, że właśnie ona jest jednym z podstawowych elementów oczekiwanej struktury, która ma sprostać nowym potrzebom i nowej technologii życia miejskiego oraz rozwijającego się układu przestrzennego.

A ten ostatni powoli się krystalizuje; już rysuje się pasmo północne, w najbliższych latach uczytelnia się spójność pomiędzy Nową Hutą a dawnym Krakowem. Na południu wyłania się powoli drugi wielki zespół mieszkaniowy, który ma zapoczątkować przyszłe pasmo południowe. Następuje dekoncentracja miejsc pracy i przede wszystkim miejsc zamieszkania; z układu monocentrycznego o dośrodkowej tendencji powstaje układ złożony z szeregu samodzielnych zespołów tworzonych na powoli wykształcającej się hierarchicznej zasadzie, w której na czele pozostaje, a nawet umacnia się zespół centralny.

Jest to zatem wyraźny okres wzrostu, który jak przy każdym żywym organizmie, tak i w mieście przebiega w sposób nierównoważony. Aby jednak dorosnąć do określonej wielkości i dojrzałości, trzeba przeżyć lata kryzysów i napięć. Zadania planistów programujących rozwój i urbanistów tworzących nową strukturę funkcjonalną i przestrzenną zespołu miejskiego muszą się zatem koncentrować na kształtowaniu koncepcji dynamicznej przyszłości, ale i na poszukiwaniu takich rozwiązań, które by minimalizowały napięcia i zapewniły harmonię w procesach wzrostu.

Przy konstrukcji planu wzięto pod uwagę po raz pierwszy w takim zakresie, uwarunkowania zewnętrzne a więc przede wszystkim powiązanie miasta z siecią osadniczą regionu i kraju a także pewne rozwiązania modelowe zmierzające do przyjęcia najkorzystniejszych rozwiązań z punktu widzenia warunków środowiska przyrodniczego oraz możliwości funkcjonowania systemów infrastruktury technicznej. Rozpatrywano dwa modele: skoncentrowany i rozluźniony a po szczegółowych analizach wykonanych m.in. przez interdyscyplinarny zespół zdecydowano się na ten pierwszy z uwagi na szereg ograniczeń natury przyrodniczej (klimat, gleby, obszary chronione) a także i inżynieriynę (ograniczenia co do możliwości uzbrojenia terenu). Oczywistym ograniczeniem było także istniejące zainwestowanie (a właściwie przeinwestowanie) przemysłowe. Badania modelowe doprowadziły do pewnych konkretyzacji; stwierdzono mianowicie, że nie ma możliwości ukształtowania aglomeracji krakowskiej w formie trwałego modelu wielozależkowego głównie ze względu na zagęszczenie sieci osadniczej oraz że należy wyeliminować typowy

model zwarty, ze względu na ograniczenia przyrodnicze (np. zachodni klin zieleni) i trudne warunki dla uzbrojenia terenu - pomimo bliskości terenów już zainwestowanych. W tej sytuacji zdecydowano się na układ raczej pasmowy szczególnie jeśli chodzi o rozwój budownictwa mieszkaniowego, z preferencją dla kierunku południowego jakby w nawiązaniu do przedwojennych koncepcji.. Po wyeliminowaniu niektórych terenów ze względu na wyżej wspomniane kryteria (dobre gleby, walory krajobrazowe, strefy izolacyjne i in.) pozostał obszar około 33 000 ha (czyli ponad 70% całej powierzchni KZM) jako potencjalne tereny rozwojowe, zgrupowane w kilku miejscach: w północno-zachodniej i południowo - wschodniej części miasta.

Poza ustaleniami dotyczącymi kierunków zainwestowania w zakresie budownictwa mieszkaniowego (pasmo południowe i północne, spięte klamrą obszaru śródmieścia) przyjęto w planie jeszcze inne, a to:

- Podstawową zasadą kształtowania wewnętrznej struktury pasm będzie segregacja kolidujących czasem ze sobą funkcji oraz równoległe rozmieszczenie dominujących w jego obrębie (co podkreślać będzie układ terenów otwartych);
- Pasmom intensywnej zabudowy o funkcjach mieszkalno - usługowych towarzyszyć będzie usytuowana na obrzeżach zabudowa ekstensywna;
- Tereny przemysłowo - składowe stanowić będą układ równoległy do pasm zabudowy mieszkaniowej ale oddzielone od nich będą terenami otwartymi;
- Ośiami terenów zainwestowanych w obrębie głównych pasm będą linie komunikacji miejskiej (głównie szynowej).

Natomiast „koścem” całego planu stać się miał tzw. system rusztowy w układzie komunikacyjnym, który uzupełniony będzie ponadto drogą wodną Wisły z Kanałem Krakowskim jako tzw. kanałem ulgi (powrót do koncepcji z początku XX wieku) a także premetrem.

Plan przestrzennego zagospodarowania Krakowskiego Zespołu Miejskiego zatwierdzony w 1977 r. tworzony był w warunkach szczególnie sprzyjających koniunkturze gospodarczej. Miało to poważny wpływ zarówno na planowane wysokie tempo rozwoju jak i na optymistyczne założenia dotyczące standardów zaspokajania potrzeb mieszkańców, a w konsekwencji na wielkość nowych terenów przeznaczonych w planie dla potrzeb inwestycyjnych. Zaprojektowany układ przestrzenny KZM był odzwierciedleniem propagowanych w latach 70 - tych zasad pasmowo - węzłowego systemu sieci osadniczej kraju i linearnych systemów wielkich aglomeracji, bazujących na wykorzystaniu szybkich środków transportu zbiorowego. Przeprowadzona w latach 1983 - 84 analiza realizacji planu KZM wykazała znacznie niższe niż zakładano, tempo rozwoju. Dotyczyło to zarówno przyrostu ludności, realizacji programu ochrony środowiska i programu infrastruktury społecznej jak i zamierzeń inwestycyjnych w dziedzinie transportu i uzbrojenia technicznego. Jedynym wyjątkiem była zgodna z planem realizacja programu mieszkaniowego ale w wielu przypadkach bez usług podstawowych. Nowa sytuacja społeczno - gospodarcza lat 80 -tych, zmuszająca do bardziej realistycznego spojrzenia na rozwój miasta, a często do dokonywania odstępstw od tego planu skłoniły władze miasta do podjęcia prac nad nowym, już tylko dla samego miasta Krakowa. Stał się nim: „Miejscowy plan ogólny zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa” przygotowany pod kierunkiem Zygmunta Ziobrowskiego, a opracowywany równoległe z Planem regionalnym społeczno-gospodarczego i przestrzennego rozwoju województwa krakowskiego, co oczywiście było okolicznością bardzo korzystną z punktu widzenia rozwoju całej aglomeracji. Zatwierdzone w 1987 r. założenia do nowego Planu (miejscowego) wskazywały na wariant „przebudowy” jako

podstawę do jego opracowania, co umotywowane było m.in.: barierą tkwiącą w nisko sprawnych systemach transportu, dużymi (ok. 2,5 tys. ha) rezerwami terenów położonych wewnątrz „obszaru zainwestowania” miejskiego, koniecznością ochrony otaczających miasto terenów o dużej przydatności rolniczej. Zakładano, że będą rozwijane wszystkie dotychczasowe funkcje miasta, ale w nieco innym układzie hierarchicznym. Preferencje tworzyć miano dla rozwoju nauki, kultury, turystyki i lecznictwa specjalistycznego (tzw. funkcje metropolitalne) oraz ich wzajemnego powiązania i współdziałania z funkcjami produkcyjnymi. Rozwój przemysłu miał być ukierunkowany na dziedziny nieuciążliwe dla środowiska i z zapleczem w krakowskim ośrodku naukowo-badawczym, służące rozwojowi pozostałych funkcji i zaopatrzenia rynku lokalnego, co łączyć się musiało z: sukcesywną likwidacją produkcji surowcowej, nie znajdującej oparcia w zasobach lokalnych, przebudową struktury np. przemysłu spożywczego (ukierunkowanego na lokalną bazę hodowlaną i potrzeby lokalnego rynku) oraz rozbudową przemysłu elektrotechnicznego i elektronicznego (oraz częściowo metalowego i poligraficznego).

Ponadto zakładano także:

- Powstrzymanie rozwoju przestrzennego miasta (a właściwie rozrostu terytorialnego) aż do czasu budowy wysokosprawnego środka komunikacji miejskiej tzn. utrzymania koncepcji miasta zwartego z tendencją do wzrostu intensywności zabudowy;
- Powrót do miejskiego charakteru zabudowy i ulic handlowych łączących Śródmieście z peryferyjnymi dzielnicami mieszkaniowymi;
- Kształtowanie śródmieścia Nowej Huty opartego na układzie ulic handlowych i skupisk usług w ich rejonie;
- Budowę struktury Krakowa jako „miasta małych miast” z wykorzystaniem odrębności fizjonomicznych i kulturowych poszczególnych obszarów miasta (w tym strefy podmiejskiej) i rozwiązywaniem ich problemów łącznie z problemami całego miasta.

Samo omówienie Planu zostało zatwierdzone w 1988 r., ale już niedługo miały nastąpić zasadnicze zmiany ustrojowe i transformacja gospodarcza (głównie wprowadzenie gospodarki rynkowej). Powstały nowe warunki także i w gospodarce przestrzennej, dla której istotne stały się takie fakty, jak: wzrost kompetencji samorządów lokalnych w tej dziedzinie, wprowadzenie nowej formy własności, a mianowicie własności komunalnej, poszanowanie prawa własności, i co za tym idzie ograniczenie zakresu przymusowych wywłaszczeń i prawa pierwokupu, wprowadzenie w miejsce jednego inwestora państwowego wielu konkurujących ze sobą podmiotów. Te uwarunkowania dostatecznie uzasadniały potrzebę dostosowania zamierzeń z 1988 r. do nowych warunków prawnoustrojowych, a przede wszystkim do nowej polityki władz miejskich. Dlatego też nowo wybrana Rada Miasta Krakowa podjęła 5 lipca 1991 r. uchwałę o przystąpieniu do zmiany planu z 1988 r. bez zmiany jego podstawowych założeń i bez zmiany planu w części dotyczącej obszaru strefy Huty im. Tadeusza Sendzimira. W sierpniu 1992 r. Rada Miasta Krakowa uchwaliła aneks do uchwały z lipca 1991 r., na mocy którego obszar strefy HTS został włączony do zmiany planu. Zmiana planu z 1988 r., zaproponowana przez zespół pod kierunkiem Z. Ziobrowskiego, polegała na:

1. zmianie i udoskonaleniu zapisu ustaleń planu jako przepisu prawa lokalnego i dostosowaniu go do nowej sytuacji ustrojowej;
2. selektywnej weryfikacji planu, dotyczącej rozwiązania tylko tych problemów miasta, których uwarunkowania drastycznie się zmieniły;

3. uwzględnieniu rosnącej roli planowania miejscowego w promocji rozwoju miasta, między innymi poprzez opracowanie - w ramach zmiany planu - pilotowych programów aktywizacji ekonomicznej strategicznych obszarów Krakowa oraz uściślenie polityki w odniesieniu do podstawowych dziedzin wpływających na rozwój przestrzenny miasta;
4. uwzględnieniu zawartych we wnioskach interesów obywateli i innych użytkowników przestrzeni miasta z wykorzystaniem w tym celu możliwości tworzonych przez politykę władz miasta oraz nowego systemu prawnego.

Jedną z widocznych zmian w samej filozofii planu z 1988/94 było to, że np. rezerwacje terenów pod różnorodne zainwestowanie mogły oznaczać zarówno chęć rozwoju danej dziedziny siłami własnej społeczności (gdą jest wynikiem konkretnych wniosków ludności i instytucji działających w gminie) jak i/lub być traktowane jako oferta dla inwestora spoza gminy. W ten sposób plan zagospodarowania przestrzennego stał się poważnym instrumentem polityki gospodarczej gminy i włączony został do komercyjnej gry o przestrzeń.

Prace nad zmianą rozpoczęto od diagnozy stanu istniejącego i możliwości rozwoju miasta na tle regionu. Natomiast w założeniach do planu dokonano wyboru długookresowej strategii rozwoju, polegającej na dekoncentracji potencjału społeczno - gospodarczego. Według tej strategii Kraków powinien rozwijać wszystkie dotychczasowe funkcje w warunkach hamowania rozwoju ilościowego i przyspieszania zmian jakościowych. Znaczącej aktywizacji gospodarczej powinny podlegać małe miasta w sąsiedztwie i strefa podmiejska Krakowa (a więc cała aglomeracja krakowska).

W tym dokumencie wskazano na wariant „przebudowy” jako podstawę do opracowania projektu planu; nadal miały być rozwijane wszystkie dotychczasowe funkcje miasta. Najszerze preferencje miało się tworzyć dla rozwoju nauki, kultury, turystyki i lecznictwa specjalistycznego oraz ich wzajemnego powiązania i współdziałania z funkcjami produkcyjnymi. Rozwój produkcji przemysłowej ukierunkowany miał być na te dziedziny, które nie są uciążliwe dla środowiska, mają zaplecze w krakowskim ośrodku naukowo - badawczym, służą rozwojowi pozostałych funkcji i zaopatrzeniu rynku lokalnego.

Przewidywano: przyspieszenie procesów przebudowy, modernizacji i intensyfikacji zabudowy na obszarze istniejącego zainwestowania, a uzyskiwane rezerwy terenowe w pierwszej kolejności miały być przeznaczane dla brakujących usług podstawowych, urządzeń wypoczynku codziennego, komunikacji, usług ogólnomiejskich i mieszkalnictwa. Struktura funkcjonalno - przestrzenna Krakowa miała być kształtowana jako „miasto małych miast” co pozwolić miało na zachowanie odrębności tradycji, klimatu społecznego i charakteru architektonicznego, do którego miały nawiązywać nowe formy przestrzenne. Wielofunkcyjne skupiska aktywności miejskich, historyczne zespoły zabudowy stanowić miały elementy krystalizujące układ przestrzenny Krakowa, którym powinien być podporządkowany sposób zagospodarowania terenów z nimi sąsiadujących.

W planie 1988 i jego wersji zmienionej z 1994 nadal osnowę stanowił układ komunikacyjny miasta. Wobec zarysowujących się możliwości zrealizowania przynajmniej południowo - zachodniej obwodnicy autostradowej, śmiało zaplanowano jej dopełnienie od autostrady Kraków - Katowice, najpierw do połączenia z trasą ekspresową Kraków - Myślenice, a w następnym etapie z trasą Kraków - Tarnów. Ważnym, ale stale kontrowersyjnym elementem planu zagospodarowania

przestrzennego była budowa (a raczej jej przebieg) tzw. „trasy zwierzyńckiej” z mostowym przejściem przez Wisłę w zachodniej części miasta.

W każdym razie w planach tych nastąpiło jeśli nie odstępianie, to w każdym razie przekształcenie układu rusztowego z planu Seiberta poprzez jego otoczenie (dopełnienie) systemem obwodnic.

Mocno akcentowana polityka przestrzenna w zakresie ochrony tzw. korytarzy wentylacyjnych (ważna ze względu na położenie dużej części aglomeracji w słabo przewietrzanej dolinie Wisły) znalazła nowy wyraz w oparciu ich o układ sieci rzecznej, gdzie zachowały się enklawy naturalnej zieleni (Trafas K. 2000).

Przekształcanie materiałów analogowych do postaci cyfrowej

Sam proces przekształcania map tradycyjnych do wektorowej postaci cyfrowej można podzielić na trzy etapy:

1. Skanowanie
2. Kalibracja
3. Wektoryzacja

Skanowanie

Proces skanowania polega na krokowej zamianie analogowej postaci oryginału (mapy papierowej) na jego reprezentację cyfrową w postaci układu pikseli. Im mniejsze piksele tym dokładniejsze odzwierciedlenie oryginału. (Kamiński B., 1996). Jakość skanowania można zdefiniować jako spełnienie wymagań stawianych postaci wyjściowej skanowanego materiału. Z punktu widzenia sprzętu na jakość wpływają:

- Technika odczytu.
- Rozdzielczość wejściowa i optyczna.
- Współczynnik powiększenia
- Wielkość obszaru obrazu.
- Rozdzielczość bitowa
- Gęstość optyczna

Niżej podane określenia są podane na podstawie (Ihring S., Ihring E., 1995).

- **Technika odczytu.** Skanery wykorzystują komórki CCD lub fotopowielacze. Każde takie urządzenie ma przetwornik analogowo - cyfrowy. W skanerach płaskich czujniki CCD rozmieszczone są w trzech rzędach (w przypadku skanerów trójpierzebiegowych w jednym rzędzie), co pozwala na próbkowanie całej szerokości skanowanego oryginału i zapisanie go w postaci pełnej linii. Aparaty cyfrowe czy też urządzenia do skanowania slajdów posiadają czujniki CCD umieszczone na prostokątnej tablicy, aby przechwycić informacje od razu w postaci pełnego bloku, a nie linii. Fotopowielacze są elementami światłoczułymi opartymi na starszej technice lampy próżniowej, która umożliwia przechwycenie najszerszego zakresu odcieni z zachowaniem wysokiej wierności. Są stosowane w skanerach bębnowych. Jednak obecnie ciągły rozwój techniki CCD powoduje zrównanie poziomów skanerów opartych na obu rozwiązaniach. Przetworniki analogowo - cyfrowe odgrywają główną rolę w jakości sygnałów cyfrowych, które stają się obrazem. Ich zadaniem jest przetwarzanie analogowych sygnałów od czujników CCD lub fotopowielacza na liczby reprezentujące odcień szarości lub wartość koloru.
- **Rozdzielczość wejściowa i optyczna.** Rozdzielczość wejściowa skanera określa gęstość punktów próbkowania treści mapy na danej powierzchni w czasie skanowania. Rozdzielczość optyczna opisuje ilość faktycznych informacji, które

system optyczny urządzenia może próbować. Miarą rozdzielczości jest ilość punktów dpi (liczba punktów na cal).

- Współczynnik powiększenia. Współczynnik ten określa, ile razy oryginał musi zostać powiększony w celu uzyskania wymaganej wielkości skanu
- Wielkość obszaru obrazu. Obszar obrazu, zwany też efektywnym obszarem skanowania to wielkość największego oryginału, który może zostać zeskanowany w danym urządzeniu. Obszar obrazu rozpatrywany łącznie z rozdzielczością optyczną i wymiarami obrazu determinuje maksymalną liczbę pikseli, które skaner może próbować, oraz maksymalną wielkość zeskanowanego obrazu po wydrukowaniu.
- Rozdzielczość bitowa. Zwana też głębią barw, określa zdolność skanera do rozróżniania stopni jasności skanowanego obrazu. Po jej podniesieniu do potęgi wyraża maksymalną liczbę barw lub poziomów szarości odczytywaną przez urządzenie. Tryb jednobitowy odtwarza wszystkie odcienie oryginalnego obrazu jako czerni lub biel. Ośmiobitowy może odwzorować 256 poziomów szarości, a 24-bitowy kolorowy próbkuję 8 bitów na piksel dla każdego z trzech kanałów palety RGB, co daje w sumie 16 777 216 barw
- Gęstość optyczna. Zwana również zakresem dynamiki determinuje łagodność przejść między sąsiednimi odcieniami w skanowanym obrazie.

W procesie geodezyjnego pozyskiwania informacji z materiałów analogowych najczęściej używane są wielkoformatowe skanery rolkowe oraz płaszczyznowe (stołowe), pozwalające na zeskanowanie, przy jednokrotnym przebiegu, arkusza formatu A1+ (Gościewski, 1998). Proces skanowania wprowadza zniekształcenia rastra, których charakter jest ściśle związany z cechami konstrukcyjnymi skanerów. Podkreślić należy systematyczny charakter błędów, które wynikają również ze sposobów obsługi skanerów, w szczególności przesuwania skanowanych arkuszy przez mechanizmy przyrządu w stosunku do układu głowic skanujących. Kalibracja skanerów w oparciu o dostarczany z nimi wzorzec nie zawsze eliminuje niedoskonałość tych urządzeń w stopniu wystarczającym dla potrzeb geodezyjnych. Konieczne wydaje się przeanalizowanie zniekształceń wnoszonych przez skanery do tworzonego pliku rastrowego i stwierdzenie, które obszary skanowanego materiału ulegają zniekształceniom i w jakim stopniu. Określenie tych elementów pozwala na ustalenie obszarów odpowiedniej lokalizacji punktów dostosowania na danym arkuszu, co warunkuje prawidłową korektę obrazu rastrowego metodami software'owymi (Gościewski, 1998).

Skanowanie jako pierwszy etap procesu zamiany mapy analogowej na jej cyfrowy odpowiednik ma duży wpływ na jakość mapy wektorowej, a w konsekwencji na powstawanie poligonów resztkowych. Największe znaczenie wydaje się mieć odpowiednio dobrana rozdzielczość optyczna – jeśli będzie zbyt mała to właściwa interpretacja narysowanych elementów może być trudna do wykonania.

Kalibracja

Kalibracja jest tym etapem przetwarzania, który ma bardzo duży wpływ na późniejsze powstawanie poligonów resztkowych. Niedokładnie skalibrowany raster poddany późniejszej wektoryzacji jest źródłem niedokładnego rysunku wektorowego.

Typowe błędy występujące w procesie kalibracji:

- błędna lokalizacja punktów dostosowania
- nieodpowiednia liczba lub niewłaściwie rozmieszczone punkty dostosowania
- niewłaściwie dobrana metoda transformacji

Transformacją układów lub transformacją współrzędnych nazywamy zadanie obliczenia współrzędnych w jednym (nowym) układzie, gdy dane są współrzędne w układzie innym (starym) oraz gdy dana jest prócz tego odpowiednia ilość punktów wspólnych. (Szpunar W., 1982)

Metody transformacji obrazów rastrowych można podzielić na :

- metody, które w wyniku zastosowania wielomianów transformacyjnych o parametrach wyznaczanych drogą najmniejszych kwadratów błędów średnich, prowadzą do przekształcenia całego obrazu rastrowego z pozostawieniem odchyłek na punktach dopasowania tj. na punktach o znanych współrzędnych zarówno na obrazie rastrowym jak i na warstwie wektorowej,
- metody, które prowadzą dodatkowo do usunięcia wyżej wymienionych odchyłek – przez zastosowanie odpowiednich algorytmów interpolacyjnych (transformacja gumowa)

Transformacje gumowe są szczególnie przydatne dla nierównomiernych rozkładów błędów na zeskanowanym obrazie rastrowym (Bielecki T., 1996).

Rodzaj modelu kalibracji zależy od typu zniekształceń, stosowanych jest kilka typów transformacji:

- model liniowy izotropowy (równoskalowy, transformacja Helmerta) powoduje przesunięcie, zmianę skali i obrót układu współrzędnych, zmiana skali jest jednakowa we wszystkich kierunkach;
- model liniowy anizotropowy (różnoskalowy, transformacja afiniczna) powoduje przesunięcie, zmianę skali i obrót układu współrzędnych, zmiana skali jest różna wzdłuż osi x i y ;
- model biliniowy pozwala zamienić prostokąt o bokach równoległych do osi współrzędnych w dowolny czworokąt;
- model bikwadratowy i bikubiczny pozwalają korygować zniekształcenia „poduszkowe”, ponieważ we wzorach służących do ich obliczeń są wyrazy drugiego i trzeciego stopnia. (Magnuszewski, A., 1999)

Proces kalibracji polega na wyborze serii par punktów (zwanymi punktami łącznymi, kontrolnymi czy dostosowaniami) - jeden punkt z pary jest punktem źródłowym z rastra, a drugi jest punktem docelowym. Po wyborze następuje przeliczenie zmieniające relacje przestrzenne par punktów. Operacja ta wykorzystuje wprowadzone punkty kontrolne, aby obliczyć transformację. Przekształcenia wyższego rzędu wymagają większej ilości punktów kontrolnych. Minimalne ilości punktów wymaganych do przekształcenia pokazano w tab.1.

Tab. 1. Ilość punktów łącznych niezbędna do wykonania transformacji.

Rodzaj transformacji	Przekształcenia liniowe		Przekształcenia nieliniowe				
	Helmert a	afiniczne 1-go rzędu	afiniczne 2-go rzędu	afiniczne 3-go rzędu	afiniczne 4-go rzędu	afiniczne 5-go rzędu	projective
Ilość punktów łącznych	2	3	6	10	15	21	4

Jeżeli przy użyciu przekształceń liniowych wybrana zostanie minimalna ilość par punktów, to każdy punkt źródłowy będzie przekształcony do swego kontrolnego punktu docelowego. W przypadku użycia większej liczby par punktów, zostaje wykorzystana metoda najmniejszych kwadratów. Punkty te nie zostaną odtworzone

dokładnie w miejscu punktów kontrolnych. Ważne jest odpowiednie, równomierne rozmieszczenie par punktów na przekształcanym obszarze, z większą ich koncentracją w obszarze najistotniejszym. (I/RASB, 1994)

Transformację Helmerta można geometrycznie zinterpretować w ten sposób, że zespół punktów układu pierwotnego został jako całość skręcony o kąt p , a wszystkie długości w tym zespole zostały wydłużone (albo skrócone) w stałym stosunku r . (Hausbrandt S., 1970).

Jeżeli liczba punktów dostosowania przekracza dwa, postępuje się w sposób następujący:

1. Przyjmuje się nowy punkt dostosowania, którego współrzędne w układzie pierwotnym są średnimi arytmetycznymi odnośnych współrzędnych punktów dostosowania w układzie pierwotnym oraz którego współrzędne w układzie wtórnym są średnimi arytmetycznymi odnośnych współrzędnych punktów dostosowania w układzie wtórnym. Punkt ten nosi nazwę „bieguna przekształcenia”.
2. Oblicza się przyrosty współrzędnych między biegunem i poszczególnymi punktami dostosowania zarówno u układu pierwotnym jak i wtórnym. Z tych przyrostów oblicza się takie wartości współczynników przekształcenia u i w , które spełnią założenie minimalnego zniekształcenia współrzędnych punktów dostosowania w układzie wtórnym.
3. Posługując się współczynnikami u i w dokonuje się transformacji wszystkich punktów (tzn. i punktów dostosowania) z układu pierwotnego na układ wtórny wg wzoru:

$$\Delta x'' = w\Delta x' - u\Delta y'$$

$$\Delta y'' = u\Delta x' + w\Delta y'$$

rozpoczynając rachunek od bieguna i kończąc na nim (Hausbrandt S., 1970).

Transformację afiniczną współrzędnych x' , y' układu pierwotnego na współrzędne x'' , y'' układu wtórnego nazywamy przekształcenie oparte na założeniu, że współrzędne jednego układu są ogólnymi funkcjami liniowymi współrzędnych drugiego układu. Zakładamy więc istnienie związków:

$$x'' = a_0 + a_1x' + a_2y';$$

$$y'' = b_0 + b_1x' + b_2y'.$$

Następnie na podstawie znajomości punktów dostosowania ustalamy wartości współczynników przekształcenia a i b , a wreszcie dokonujemy przeliczenia współrzędnych układu pierwotnego na współrzędne układu wtórnego (Hausbrandt S., 1970).

Założenie liniowej zależności między współrzędnymi w obu układach w ogólnym przypadku nie jest ściśle ani słuszne, toteż metodę należy uważać za przybliżoną i stosować ją można dla małych obszarów. W przypadku większych obszarów należy podzielić je na mniejsze i wykonać odrębne transformacje, unikając w ten sposób większych zniekształceń. Metodę afiniczną można stosować także wówczas, gdy nie są znane rodzaje odwzorowania dla obu układów (Szpunar W., 1982).

Aby wyznaczyć współczynniki charakteryzujące transformację afiniczną musimy mieć 3 punkty łączne, wspólne w obu układach. Tworzą one tzw. trójkąt afiniczny. Po wyznaczeniu współczynników można wykonać transformację współrzędnych dowolnego punktu układu starego na współrzędne w układzie nowym, z tym jednak zastrzeżeniem, że transformowane punkty powinny leżeć wewnątrz trójkąta afinicznego (Szpunar W., 1982).

Jeżeli oba układy: pierwotny i wtórny, są niezmiennoskalowe, a współrzędne punktów dostosowania wyznaczone są bezbłędnie, tzn. jeżeli trójkąty dostosowania

są trójkątami równymi lub podobnymi, to wyniki transformacji obu metodami (Helmerta i afiniczną) staną się identyczne (Hausbrandt S., 1970).

Dokładność transformacji ocenia się na podstawie rozbieżności współrzędnych punktów łącznych przetransformowanych „na siebie” za pomocą wyznaczonych parametrów transformacji. Należy też pamiętać, że „wierność” transformacji zależy w dużej mierze od rozmieszczenia punktów łącznych. Punkty te powinny być w miarę możliwości równomiernie rozłożone na obszarze objętym transformacją (Czarnecki A., 1994).

Transformację punktów z układu pierwotnego (oznaczonego literami U, W) do układu wtórnego (oznaczonego literami X, Y) możemy napisać w postaci następującego szeregu potęgowego:

$$X+iY = (a_0+ib_0) + (a_1+ib_1)(U+iW) + (a_2+ib_2)(U+iW)^2 + (a_3+ib_3)(U+iW)^3 + \dots + (a_n+ib_n)(U+iW)^n$$

gdzie:

$a_0, b_0, a_1, b_1, a_2, b_2, \dots$ – współczynniki liczbowe

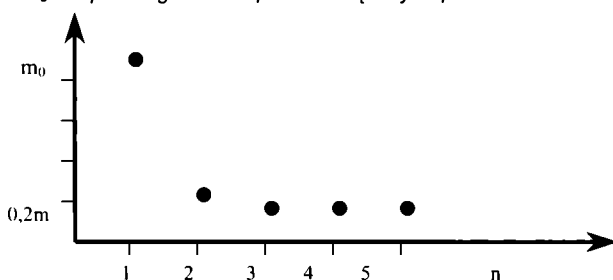
n – najwyższy wykładnik potęgi, czyli stopień transformacji

Po wykonaniu działań matematycznych wynikających ze wzoru i po uporządkowaniu wyrażen otrzymamy:

$$X = a_0 + a_1 U - b_1 W + a_2 (U^2 - W^2) - b_2 (2UW) + a_3 (U^3 - 3UW^2) - b_3 (3U^2 W - W^3) + \dots$$

$$Y = b_0 + a_1 W + b_1 U + a_2 (2UW) + b_2 (U^2 - W^2) + a_3 (3U^2 W - W^3) + b_3 (U^3 - 3UW^2) + \dots$$

Stopień transformacji zwykle jest dobierany doświadczalnie na podstawie wielkości błędu średniego pojedynczej „obserwacji” m_0 . Przykładowy wykres błędów średnich m_0 dla pewnego zbioru punktów łącznych przedstawiono na ryc.6.



Ryc.6. Błędy średnie dla zbioru punktów łącznych

Korzystając z ryc.6 można wysnuć wniosek, że w danym przypadku optymalny jest trzeci stopień transformacji. Dalsze zwiększanie stopnia transformacji, jeśli pozwala na to liczba punktów łącznych, nie powoduje istotnego zmniejszenia błędu średniego m_0 . Stopień transformacji jest z reguły tym większy, im większy jest obszar, na którym są rozrzucone transformowane punkty. (Gajderowicz I., 1999)

Wektoryzacja

Wektoryzacja czyli zamiana zapisu rastrowego na wektorowy jest ostatnim etapem przekształcania opracowań analogowych do postaci cyfrowej. Wpływ na jakość wektoryzacji ma jakość obrazów rastrowych uzyskiwanych w wyniku skanowania, zagęszczenie linii i szczegółów rysunku, zniekształcenia geometryczne rastra oraz występujące ewentualnie niedostosowanie formatu danych po skanowaniu do formatu przyjętego w wybranym systemie oprogramowania. W ramach przygotowania obrazów rastrowych do wektoryzacji należy wykonać ich

oczyszczenie. Celem takich działań jest eliminacja zanieczyszczeń związanych z jakością graficzną materiałów kartograficznych i sposobem ich skanowania oraz ograniczenie ilości zawartych na mapach szczegółów, które zakłócić mogą proces wektoryzacji i znacznie ograniczyć stopień automatyzacji procesu (Gościński D., Trzciniński B., Wolak B.). Wyróżnia się trzy metody wektoryzacji obrazów rastrowych: ręczną, półautomatyczną oraz automatyczną. Wektoryzacja ręczna polega na digitalizacji na ekranie komputera podkładu rastrowego w sposób analogiczny do digitalizacji realizowanej za pomocą klasycznego digimetru. Istniejące programy komputerowe umożliwiają także wspomaganie manualne digitalizacji przez proponowanie przebiegu linii, zastępujące tym samym operatora, którego rola ogranicza się do podejmowania decyzji w sytuacjach niejednoznacznych. (digitalizacja półautomatyczna), co znacznie przyspiesza proces wektoryzacji. Ta metoda daje możliwość obserwacji na bieżąco wyników wektoryzacji obrazu rastrowego bez utraty kontaktu wzrokowego z samym obrazem rastrowym. Ponadto istnieją narzędzia programowe automatyzujące zamianę postaci rastrowej na wektorową. Wektoryzacja automatyczna realizowana jest w jednym procesie obliczeniowym, w którym wszystkie elementy rastra zamieniane są automatycznie na obiekty wektorowe.

Na etapie wektoryzacji oprócz powielania błędów ze źle skalibrowanego rastra, mogą powstać nowe źródła powstawania poligonów reszkowych poprzez:

- szybkie (niestaranne) rysowanie na zbyt małych powiększeniach ekranowych – duże powiększenia umożliwiające dokładne rysowanie wymuszają większą liczbę czynności podczas rysowania. Polega to na konieczności przesuwania obrazu na ekranie w celu rysowania nowych elementów. Widoczny jest wtedy mniejszy fragment terenu. Natomiast mniejsze powiększenie umożliwia opracowanie większej powierzchni w krótszym czasie i dlatego chętniej jest używane przez operatorów mimo niebezpieczeństwa niedokładnego umiejscowienia elementów;
- niedokładną kontrolę przy wektoryzacji automatycznej – programy realizujące wektoryzację automatyczną w przypadku nietypowych parametrów obrazu, lub fragmentu o gorszej jakości mogą dać błędne rezultaty. Niezbędne jest dokładne sprawdzenie efektów takiej wektoryzacji nawet gdy wyrywkowo sprawdzane obszary są wykonane poprawnie;
- nie stosowanie tzw. „zatrzasków” (ang. „snap”) do już narysowanych elementów – przy dorysowywaniu nowych elementów do już istniejących należy stosować zatrzaski polegające na wymuszeniu lokalizacji początku nowej linii w miejscu już istniejącego punktu.

Rezultaty wektoryzacji zawsze można poddać kontroli poprzez porównanie z materiałem źródłowym - skalibrowanym rastrem.

Określenie wpływu poligonów reszkowych na jakość obrazu kartograficznego na przykładzie wybranych elementów planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa

Jak wspomniano powyżej zasadniczym celem pracy jest zbadanie wpływu poligonów reszkowych na dokładność analiz kartograficznych wykonując porównania wybranych elementów planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa z lat 1988 i 1994.

Do porównań, jako reprezentatywne, wybrano następujące przeznaczenia:

- tereny tras komunikacyjnych (KT),
- obszary miejskiej zieleni publicznej (ZP),
- obszary mieszkaniowe (M1,M2,M3,M4, M1U, M2U, M3U),
- obszary leśne (RL).

Tereny tras komunikacyjnych wybrano z powodu ich wydłużonego kształtu - potencjalnie istnieje tu największe prawdopodobieństwo powstawania poligonów reszkowych. Nawet te same przebiegi tras komunikacyjnych przerysowywane w późniejszym planie mogły być odtworzone niedokładnie wzdłuż linii rozgraniczających, chociażby z powodu zastosowania innej skali. Wydłużony kształt wydzielen komunikacyjnych generuje poligony o dużej rozciągłości wzdłuż tras, przez co automatycznie mają one większą powierzchnię niż w przypadku innych przeznaczeń terenu.

Obszary leśne wybrano z powodu małego prawdopodobieństwa zmian w tych obszarach, a także raczej zwartych terenów.

Obszary mieszkaniowe oraz obszary miejskiej zieleni publicznej reprezentują tereny narażone na zmiany – istnieje ciągła presja właścicieli terenów, aby obszary dotychczas użytkowane w sposób nie pozwalający na zabudowę mieszkaniową przeznaczyć na cele budownictwa mieszkaniowego. Także ich kształt jest zróżnicowany – od geometrycznych wieloboków zbliżonych do prostokąta aż po rozciągnięte tereny zieleni np. wzdłuż cieków wodnych.

Ponieważ plan '94 posiadał 19 kategorii przeznaczeń terenu, a plan '88 -86 kategorii, pierwszym etapem prac było przyporządkowanie przeznaczeń planu '88 do odpowiadających im kategorii z planu '94. Bez tej operacji nie byłoby możliwe wykonywanie różnic pomiędzy konkretnymi przeznaczeniami, gdyż w obu planach były zastosowane różne skróty literowe opisujące przeznaczenia terenu nie odpowiadające sobie bezpośrednio. Sposób przyporządkowania przedstawiono w tabeli 2

Tab. 2. Przyporządkowanie przeznaczeń z planu '88 do kategorii z planu '94

Przeznaczenia z planu '94	Odpowiadające im przeznaczenia planu '88
UP	A, AB, IS, MZ, U2, UK, UKp, UKs, UN, UO,UOp,UZ,UZp
UC	UT, UR, URp, UŁ, UŁp, UI, UH, UHp, UG, UGp, UC2, UC1, U1, SU
IT	EC, EE, EG, GK, NO, NU, TT, WW, ZB,
KT	KE, KG, KK, KT, KW, KX, KZ,
KU	KH, KP, KPg, KSn, KSt, KZz
M1	MW1
M2	MW2
M3	MW3, MN1, MP
M4	MN2, MRj
M1U, M2U, M3U	MW1U, MW2U, MW3U
PS	OW, PB, PE, PP, PPw, PS, PZ
RL	RL, ZL
RP	RO, RP, RZ
RM	ROm, RPm, RPP, RU, UNr
ZS	US, USp
W	W
ZP	ZC, ZD, ZI, ZN, ZP, ZPw

Przyporządkowanie odpowiednich przeznaczeń obydwu planów dla jednych przypadków było oczywiste, a dla drugich dość kłopotliwe (np. MZ). Korzystając z konsultacji z urbanistami ustalono:

- obszarowi UP z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod usługi nauki, oświaty, kultury, zdrowia i opieki społecznej, obiekty administracji publicznej, obiekty sakralne, urządzenia specjalne (w tym zakłady karne) i inne usługi publiczne przyporządkowano z planu '88 tereny: administracji (A), biur projektowych i jednostek badawczo – rozwojowych (AB), urządzeń specjalnych (IS), mieszkalnictwa zbiorowego (MZ), koncentracji wielorodzajowych programów usług podstawowych, głównie z zakresu: UK, UO, UZ, UŁ oraz UH, UR, UG (U2), usług kultury (UK, UKp), budownictwa sakralnego (UKs), usług nauki (UN), usług oświaty (UO, UOp), usług zdrowia i opieki społecznej (UZ, Uzp);
- obszarowi UC z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: banki, instytucje ubezpieczeń, dyrekcje lub zarządy jednostek gospodarczych, obiekty jednostek projektowych, handlu detalicznego i hurtowego, gastronomii, rzemiosła, turystyki, centra wystawiennicze, tereny koncentracji usług, usługi łączności przyporządkowano z planu '88 tereny: usług turystyki i wczasów (UT), usług rzemiosła (w tym produkcyjnego) (UR, URp), usług łączności (UŁ, UŁp), usług innych (UI), usług handlu (UH, UHp), usług gastronomii (UG, UGp), koncentracji wielorodzajowych programów usług ogólnomiejskich i administracji charakterystycznych dla centrów usługowych miast dużych (UC2), koncentracji usług ogólnomiejskich charakterystycznych dla centrum usługowego miasta dużego o dominujących funkcjach UH, UR, UG (UC1), koncentracji usług głównie programu podstawowego z zakresu UG, UR, UH (U1), składów i magazynów handlu (SU);
- obszarowi IT z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: urządzenia zaopatrzenia w wodę, odprowadzania i oczyszczania ścieków oraz utylizacji odpadów, urządzenia elektroenergetyczne, energetyki ciepłej, gazownictwa i telekomunikacji, urządzenia gospodarki komunalnej, składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych (hałdy, stawy opadowe) przyporządkowano z planu '88 tereny: urządzeń energetyki ciepłej (EC), urządzeń elektroenergetycznych (EE), urządzeń gazownictwa (EG), gospodarki komunalnej (GK), odprowadzania i oczyszczania ścieków (NO), urządzeń usuwania i przerobu nieczystości (NU), urządzeń telekomunikacji (TT), urządzeń zaopatrzenia w wodę (WW), baz gospodarczych zieleni (ZB);
- obszarowi KT z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: tereny kolejowe, tereny wydzielonej komunikacji szynowej, autostrady, ulice ekspresowe, ulice główne ruchu przyspieszonego, ulice główne, ulice zbiorcze oraz lokalne przyporządkowano z planu '88: ulice ekspresowe (KE), ulice główne (KG), tereny kolejowe (KK), tereny wydzielonej komunikacji szynowej (KT), ulice lokalne (KW), wydzielone ciągi komunikacji pieszej i rowerowej (KX), ulice zbiorcze (KZ);
- obszarowi KU z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: urządzenia komunikacji zbiorowej, obiekty usług technicznych motoryzacji oraz stacje paliw, parkingi, garaże boksowe poza terenami mieszkaniowymi, urządzenia naziemne dla komunikacji wodnej przyporządkowano z planu '88 tereny: urządzeń naziemnych komunikacji wodnej (KH), parkingów wydzielonych (KP), wydzielonych zespołów garaży boksowych poza terenami mieszkaniowymi (KPg), stacji paliw (KSn), usług technicznych motoryzacji (KSt), urządzeń komunikacji zbiorowej (KZz);

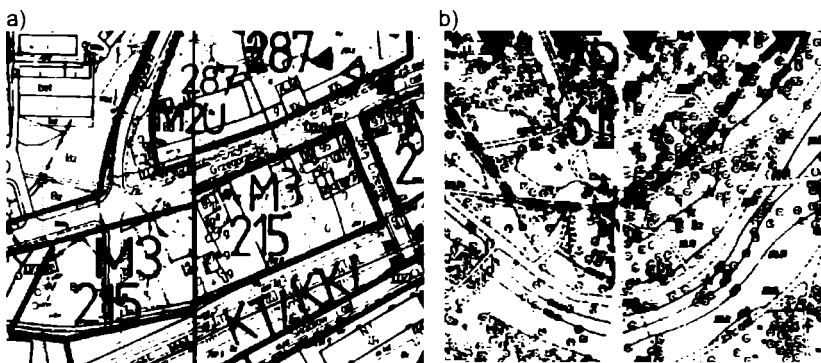
- obszarowi M1 z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem terenów pod zabudowę mieszkaniową wielorodzinną wraz z obiektami i urządzeniami towarzyszącymi o intensywności zabudowy mieszkaniowej (netto) 1,2 – 1,6 przyporządkowano z planu '88 tereny mieszkalnictwa wielorodzinnego wysokiej intensywności (MW1);
- obszarowi M2 z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem terenów pod zabudowę mieszkaniową wielorodzinną wraz z obiektami i urządzeniami towarzyszącymi o intensywności zabudowy mieszkaniowej (netto) 0,85 – 1,2 przyporządkowano z planu '88 tereny mieszkalnictwa wielorodzinnego średniej intensywności (MW2);
- obszarowi M3 z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem terenów pod zabudowę mieszkaniową wraz z obiektami i urządzeniami towarzyszącymi o wysokości maksymalnej do 13m nad poziom terenu o intensywności zabudowy mieszkaniowej (netto) 0,4 – 0,85 przyporządkowano z planu '88 tereny: mieszkalnictwa wielorodzinnego niskiej intensywności (MW3), mieszkalnictwa jednorodzinnej wysokiej intensywności, zabudowy pensjonatowej (MP);
- obszarowi M4 z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod zabudowę mieszkaniową wraz z urządzeniami towarzyszącymi o wysokości maksymalnej 8m do najwyższego gzymsu i 13m do kalenicy, o intensywności zabudowy mieszkaniowej (netto) do 0,4 przyporządkowano z planu '88 tereny mieszkalnictwa jednorodzinnej niskiej intensywności (MN2) oraz zabudowy zagrodowej (MRj);
- obszarom M1U, M2U, M3U z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod zabudowę mieszkaniową wielorodzinną wraz z usługami publicznymi i komercyjnymi stanowiącymi nie mniej niż 30% powierzchni terenu lub powierzchni użytkowej o intensywności mieszkaniowej – usługowej (netto) przyporządkowano z planu '88 tereny mieszkalnictwa wielorodzinnego i usług wysokiej, średniej i niskiej intensywności (MW1U, MW2U, MW3U);
- obszarowi PS z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: zakłady przemysłowe (w tym energetyczne), zakłady eksploatacji powierzchniowej, bazy i zaplecza techniczne budownictwa oraz składy, magazyny i hurtownie dla obsługi jednostek produkcyjnych i handlowych, urządzenia produkcji rolnej i hodowlanej, inne bazy i zaplecza, obiekty rzemiosła produkcyjnego, inkubatory przedsiębiorczości, parki i centra technologiczne, targi krajowe i międzynarodowe przyporządkowano z planu '88 tereny: wielofunkcyjnych urządzeń produkcyjno - magazynowych w strefie szczególnie uciążliwych zakładów przemysłowych (OW), budownictwa (PB), powierzchniowej eksploatacji (PE), zakładów przemysłowych (PP), składowania odpadów przemysłowych (PPw), składów i magazynów związane z obsługą jednostek produkcyjnych (PS), tereny zaplecza (PZ);
- obszarowi RL z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod lasy ochronne w rozumieniu ustawy o lasach przyporządkowano z planu '88 tereny: lasów (RL), parków leśnych (ZL);
- obszarowi RP z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod uprawy polowe, łąki i pastwiska bez prawa zabudowy przyporządkowano z planu '88 tereny: upraw ogrodniczych i sadów bez prawa zabudowy (RO), upraw polowych bez prawa zabudowy (RP), łąk i pastwisk (RZ);
- obszarowi RM z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: tereny otwarte zaplecza naukowego (pola doświadczalne i ogrody dydaktyczne), urządzenia produkcji rolnej, hodowli oraz obsługi gospodarki rolnej, uprawy polowe z dopuszczeniem zabudowy rolniczej na działkach o pow. powyżej 1 ha,

bazy gospodarcze zieleni, uprawy ogrodnicze i sady z dopuszczeniem zabudowy na działkach o pow. powyżej 0,5 ha zabudowy przyporządkowano z planu '88 tereny: upraw ogrodniczych i sadów z dopuszczeniem zabudowy (ROM), upraw polowych z dopuszczeniem zabudowy o charakterze rolniczym (RPM), urządzeń produkcji rolnej i hodowlanej (RPP), urządzeń obsługi gospodarki rolnej (RU), otwartego zaplecza naukowego (UNr);

- obszarowi ZS z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod urządzenia sportowe przyporządkowano z planu '88 tereny usług i urządzeń sportu (US, USp);
- obszarowi W z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod zbiorniki wód otwartych, cieki wodne i ich otoczenie przyporządkowano z planu '88 tereny wód otwartych (W);
- obszarowi ZP z planu '94 z podstawowym przeznaczeniem gruntów pod: zieleni parkową, zieleni izolacyjną, skwery i zieleńce, ogrody botaniczne i zoologiczne, zieleni nieurządzonej i zieleni towarzyszącą ciekom wodnym, cmentarze przyporządkowano z planu '88 tereny cmentarzy (ZC), ogrodów działkowych (ZD), zieleni izolacyjnej (ZI), zieleni nieurządzonej lub urządzonej częściowo (ZN), zieleni parkowej (ZP), tereny zieleni towarzyszącej ciekom wodnym (ZPw);

Następnym krokiem w przeprowadzanych pracach badawczych było przesłanie procesu przekształcania planu z postaci papierowej do cyfrowej.

Plan '94 został wykonany w skali 1:5000. Podkład geodezyjny jednego arkusza wykorzystany do naniesienia treści planu powstał z mechanicznego złożenia 9 arkuszy mapy w skali 1:2000, które następnie zostały pomniejszone do skali 1:5000. Arkusze 1:2000 były tymi samymi na podstawie których powstał wcześniej plan '88. Mapa podkładowa zawierała treść sytuacyjno - wysokościową wraz z granicami pozyskanymi z ewidencji gruntów. Obszar miasta Krakowa został przedstawiony w 35 sekcjach mapy (1:5000) powstałej z 258 mniejszych arkuszy (1:2000) (ryc.4). Na tak przygotowany podkład nałożono folię na której odręcznie wykreślono tzw. ustalenia planu.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.7. Niedopasowania na łączeniach arkuszy, a)-brak uzgodnienia styków, b)-braki w treści mapy podkładowej na łączeniu arkuszy.

Konsekwencją mechanicznego złożenia arkuszy były niedopasowania na ich łączeniach. Aby nie powodowało to sprzeczności, zamiast doprowadzać do uzgodnienia często usuwano treść podkładową na stykach sąsiednich map. Łatwo można odnaleźć te miejsca widoczne w postaci białych pasków pozostałych po zlikwidowaniu elementów z mapy podkładowej (ryc.7).

Plany zagospodarowania z 1988 i 1994 r. zostały przekształcone do postaci cyfrowej poprzez skanowanie a następnie kalibrację i wektoryzację. Do kalibracji wykorzystano narożniki ramki arkuszy map - jako punkty dostosowania. Ponieważ narożniki te nie zawsze są idealnie widoczne przeprowadzono szybką kontrolę takiej kalibracji. W tym celu wybrano losowo 8 z 35 sekcji planu '94, wykonano przesunięcie i zmianę skali, i następnie poddano procesowi ponownej kalibracji w oparciu o narożniki sekcji. Zastosowano transformację Helmerta. Odchylenie standardowe dla poszczególnych sekcji wahało się od 0,5 do 2,3 m (średnia 1,4 m). W efekcie porównując treść podkładową na rastrze z obiektami wektorowymi z bazy danych ewidencji budynków widać przesunięcie budynków zawartych w treści podkładowej planu '94 w stosunku do budynków z ewidencji. Wartość przesunięcia jest podobna na wszystkich arkuszach i wynosi ok. 1.5 metra czyli 0.3 mm na oryginalnej mapie. Wartość ta, choć wysoka jest dopuszczalną wielkością przesunięcia elementu na mapie.(INSTRUKCJA TECHNICZNA O-2, 1999) Natomiast zastanawiające są przypadki o wiele większych przesunięciach. Na ryc.8. pokazano przesunięcia treści podkładowej o wartościach nawet do 7 metrów w terenie (budynki w centralnej części). Tymczasem budynki w sąsiednim obrębie geodezyjnym mają przesunięcia o wartościach około 1.5 metra. Prawdopodobnie w tym przypadku błąd wystąpił na mapie w skali 1:2000 użytej później jako podkład do planu zagospodarowania.

Aby określić dokładność kalibracji zeskanowanych map planu zagospodarowania przestrzennego, należałoby określić średni błąd położenia szczegółu sytuacyjnego I grupy dokładnościowej w stosunku do najbliższego punktu poziomej osnowy geodezyjnej. Do I grupy dokładnościowej pomiaru należą trwale szczegóły terenowe o wyraźnych, jednoznacznie określonych granicach lub konturach jak np. budowle i budynki (INSTRUKCJA TECHNICZNA G-4). Przy przyjęciu założenia, że mapa numeryczna utworzona z pomiarów bezpośrednich może stanowić kryterium porównawcze do określenia dokładności mapy numerycznej opracowanej innym sposobem, uzyskuje się możliwość określenia wielkości błędu średniego dla zeskanowanych arkuszy planu ogólnego. Wykorzystać w tym celu można wzór

$$m_{PII} = \sqrt{\frac{dL_1^2 + dL_2^2 + \dots + dL_n^2}{n} - m_{PI}^2}$$

(Dąbrowski 1998, Dorskocz 1998):

gdzie:

m_{PII} – średni błąd położenia punktu na zeskanowanej mapie

m_{PI} – średni błąd położenia punktu na mapie służącej za wzorzec

dL – długość wektora przesunięcia punktu

n – liczba punktów



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przesztywnej oraz materiałów Biura Planowania Przesztywnej UMK
Ryc. 8. Przesunięcie budynków treści podkładowej planu 1:5000 (szare) w stosunku do wektorowej ewidencji budynków (czarne)

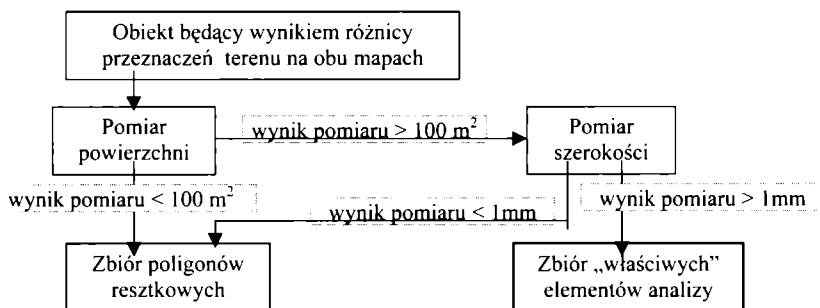
Jako wzorcowy do określenia dokładności kalibracji planowano użyć numeryczną mapę budynków dla obszaru Krakowa. Niestety okazało się to niemożliwe z powodu braku informacji o średnim błędzie położenia narożników budynków. Ewidencja budynków była zakładana częściowo poprzez pomiar bezpośredni, a częściowo poprzez wektoryzację istniejących arkuszy mapy zasadniczej. Często w już opracowanych obrębach geodezyjnych następowała aktualizacja części treści danego obrębu. Wtedy w danym obrębie obok budynków zlokalizowanych z dużą dokładnością (pomiar terenowy) funkcjonują w systemie budynki naniesione z mniejszą dokładnością (wektoryzacja). W taki sposób można wyjaśnić także sytuację zaobserwowaną na ryc.8. Można przypuszczać, że budynki, na których zaobserwowano duże przesunięcia powstały poprzez wektoryzację mapy zasadniczej. Jednak nie można tego stwierdzić bez potrzebnych danych stwierdzających na jakiej podstawie został narysowany dany obiekt. Wobec powyższych faktów zrezygnowano z określenia średniego błędu położenia punktu na zeskanowanej mapie. Jednak określenie średniego błędu położenia punktu byłoby dobrym miernikiem jakości przetwarzanych danych i zalecane jest jego określenie wszędzie tam, gdzie są ku temu możliwości.

Ostatnim i najważniejszym etapem badań było wyznaczenie różnicy wybranych przeznaczeń z obydwu planów. Wyodrębnione z całości planu konkretne przeznaczenia zostały umieszczone na osobnych warstwach informacyjnych. W rezultacie powstały osobne mapy dla terenów tras komunikacyjnych, obszarów

miejskiej zieleni publicznej, obszarów mieszkaniowych, oraz obszarów leśnych. Dla tak przygotowanego materiału wykonano operację różnicy pomiędzy zbiorami danych (warstwami). Dla każdego z rozpatrywanych przeznaczeń ta różnica była wykonywana dwukrotnie. Pierwszy raz od elementów z planu '88 odejmowano były elementy z planu '94. Po tej operacji powstała mapa zawierająca obiekty lokalizujące tereny dla których podjęto decyzję o zmianie danego przeznaczenia, polegające na rezygnacji z danego typu zagospodarowania w późniejszym planie. Otrzymano w ten sposób mapę z treścią informującą o rezygnacji z kontynuacji danego sposobu zagospodarowania terenu. Drugi raz od elementów z planu '94 odejmowano elementy planu '88. Wynik wskazywał lokalizację obszarów w nowym planie, które w poprzednim planie były przeznaczone na jakikolwiek inny cel niż rozpatrywany. Otrzymano w ten sposób mapę z treścią informującą o nowych terenach przeznaczonych na dany sposób zagospodarowania. W rezultacie, w obu przypadkach powstawała nowa mapa – pochodna z dwóch map źródłowych.

Po uzyskaniu wyniku analizy, jako obrazu kartograficznego, był on przeglądany na ekranie komputera. Elementy wizualnie budzące podejrzenia, że mogą być poligonami resztkowymi były oglądane w powiększeniu. Wykonano pomiar ich powierzchni oraz szerokości. Założono, że poligon resztkowy będzie charakteryzował się małą powierzchnią – około 100 m^2 (wg Szaflarskiego graniczną wielkością obiektu przedstawianego za pomocą znaku powierzchniowego jest 4 mm^2 co na mapie 1:5000 daje 100 m^2) lub jego szerokość będzie mniejsza niż 1 mm na mapie czyli w granicach grubości linii rozgraniczającej przeznaczenia terenu. Jeżeli taki pomiar wskazywał, że jest to poligon resztkowy następowało przeniesienie takiego obiektu na inną warstwę. Schemat postępowania pokazano na ryc. 9.

Po przeniesieniu wszystkich poligonów resztkowych z danej analizy na osobną warstwę wykonywano pomiary, których wyniki przedstawiono w następnej części opracowania.



Ryc.9. Kolejność postępowania podczas wyszukiwania poligonów resztkowych

Według Saliszczeva (1998) minimalne wymiary znaków zależą od dwóch czynników: granicy dostrzegania i rozróżniania znaków podczas czytania mapy oraz częściowo od technicznych możliwości ich wykreślenia i reprodukcji. Kropka jest już widoczna przy średnicy 0,09 mm, linia przy grubości 0,06 mm, wypełniony kwadrat przy 0,5 mm, kwadrat pusty przy 0,6 mm. Liniowa wielkość znaków geometrycznych i poglądowych przekracza zwykle 1 mm. Linia pojedyncza o grubości 0,1 mm ma

czytelne wygięcia przy ich średnicy nie mniejszej niż 0,5 mm. Rysunek kanciasty rozpoznaje się, kiedy jego boki mają 0,6 – 0,7 mm i wysokość 0,4 mm.

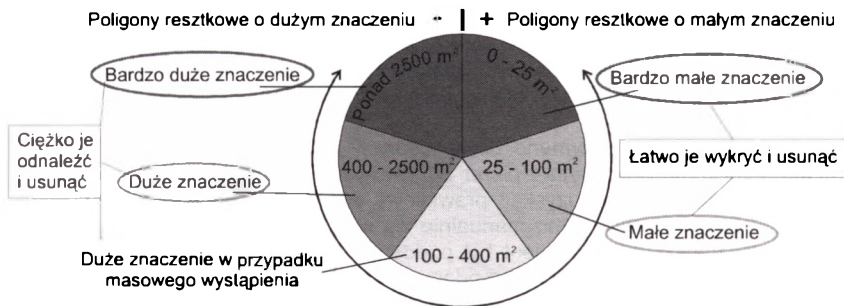
Biorąc pod uwagę te wielkości oraz to, że grubość linii rozgraniczającej przezznaczenia terenu wynosi 0,7 – 1mm wyznaczono 5 przedziałów powierzchniowych, aby stwierdzić, jaki jest ich udział w całkowitej powierzchni wszystkich poligonów reszkowych.

Przy wyborze przedziałów powierzchni dla poszczególnych klas kierowano się przeliczeniem powierzchni z materiałów źródłowych na wartości terenowe pamiętając, że materiał badawczy to mapy w skalach 1:2000 oraz 1:5000. (tab.3)

Tab.3. Wartości powierzchni terenowych odpowiadające powierzchniom na mapie.

Skala	Powierzchnia na mapie	Odpowiadająca jej powierzchnia w terenie
1:2000	1 mm ²	4 m ²
1:2000	4 mm ²	16 m ²
1:2000	1 cm ²	400 m ²
1:5000	1 mm ²	25 m ²
1:5000	4 mm ²	100 m ²
1:5000	1 cm ²	2500 m ²

Założono więc 4 wartości graniczne (25 m², 100 m², 400 m², 2500 m²) wyznaczające przedziały 0-25 m², 25-100 m², 100-400 m², 400-2500 m² oraz ponad 2500 m². Trzy wartości spośród nich wywodzą się ze skali 1:5000 użytej dla planu z 1994 r. Wartość 25 m² wynika z przeliczenia 1 mm² na mapie w skali 1:5000 – czyli z wartości prawie niedostrzegalnej na tej mapie. Wielkość 100 m² odpowiadająca 4 mm² na mapie 1:5000 określa powierzchnię graniczną dla wyrażenia graficznego której można już stosować znaki powierzchniowe, czyli jest wielkością rozdzielającą obiekty których na mapach się nie zaznacza znakiem powierzchniowym od obiektów możliwych do wyrażenia tym znakiem. Następną wartość 400 m² jest już wielkością istotną. Dla skali 1:2000 oznacza ona 1 cm² czyli wartość dużą, a dla skali 1:5000 oznacza 16 mm² czyli 4 razy więcej od wartości poprzedniej. Ostatnia powierzchnia 2500 m² w skali 1:5000 wynosi 1cm² i jest wielkością której nie powinien osiągać poligon reszkowy. Znaczenie poszczególnych przedziałów ilustruje ryc. 10.



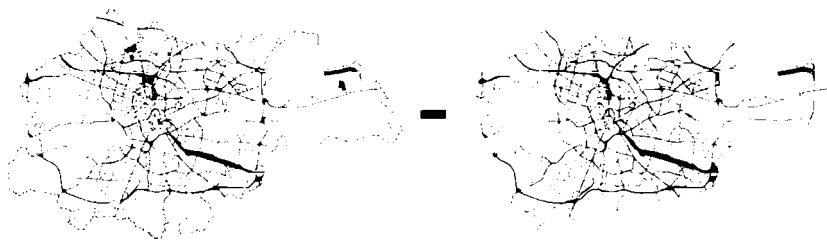
Ryc. 10. Wybrane przedziały poligonów reszkowych

W idealnym przypadku, gdy poligony resztkowe mają mały wpływ (lub nie mają go wcale) na wynik analizy, występowałyby wtedy tylko poligony resztkowe z zakresu 0 – 25 m² oraz 25 – 100 m². Nie stanowiłyby one zagrożenia, gdyż ich powierzchnia na mapie nie przekracza wartości (odpowiednio) 1 mm² oraz 4 mm². Można je stosunkowo łatwo usunąć z obrazu powstałego w wyniku analizy. Poligony resztkowe z zakresu 100 – 400 m² stają się już kłopotliwe. Decyzja o ich usunięciu nie jest tak prosta jak w poprzednim przypadku. Gdy występują w małej liczbie nie jest to jeszcze problemem. Gorzej gdy występują masowo – wtedy już mogą wpływać na wyniki analizy. Występowanie poligonów resztkowych w następnym przedziale 400 – 2500 m² świadczy o poważniejszych problemach. Nawet stosunkowo mała częstość obserwowana na histogramie może już dawać znaczący wpływ na całkowitą powierzchnię poligonów resztkowych w analizie. Ich wyszukiwanie i rozpoznawanie jest już dość czasochłonne i kłopotliwe. Ostatni przedział o powierzchni ponad 2500 m² właściwie nie powinien się pojawiać, ponieważ nawet jednostkowe przypadki występowania takich poligonów powodują znaczącą zmianę wyników analizy. Ich występowanie może też świadczyć o pewnych niedokładnościach w procesie przekształcania opracowań do postaci numerycznej.

Analiza zmian zasięgu terenów komunikacyjnych

Analiza polegała na wykonaniu dwóch porównań „terenów komunikacyjnych” w obu planach. Pierwszym porównaniem było wyznaczenie różnicy terenów komunikacyjnych '88 oraz terenów komunikacyjnych '94.(ryc.11)

Wynikiem takiej operacji był obraz terenów komunikacyjnych z planu '88, które w planie '94 zostały zastąpione innymi przeznaczeniami (nie komunikacyjnymi). (ryc.12).



KT '88

KT '94

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.11. Tereny komunikacyjne w planie '88 oraz tereny komunikacyjne w planie '94.

Po wykonaniu różnicy otrzymano obraz będący „oczekiwanym” wynikiem analizy czyli terenami komunikacyjnymi z planu '88 z których zrezygnowano w planie '94, jak i poligony resztkowe. Aby uzyskać prawidłowy wynik należało wyselekcjonować i usunąć poligony - co wykonano manualnie wg schematu opisanego w poprzednim rozdziale. Każdy powstały element był poddany pomiarowi powierzchni. Jeśli była ona dostatecznie mała (np. 100m² co odpowiada 4 mm² na mapie w skali 1:5000) to ten obiekt był przenoszony na inną warstwę – przeznaczoną dla poligonów resztkowych. Mierzono także szerokości obiektów wydłużonych – jeżeli były one mniejsze od 1mm na mapie w skali 1:5000 to taki obiekt również był klasyfikowany

jako poligon resztkowy. Efekt - wynik analizy bez poligonów resztkowych widoczny jest na ryc.13



Ryc.12. Różnica terenów komunikacyjnych w planie '88 oraz terenów komunikacyjnych w planie '94 – fragment



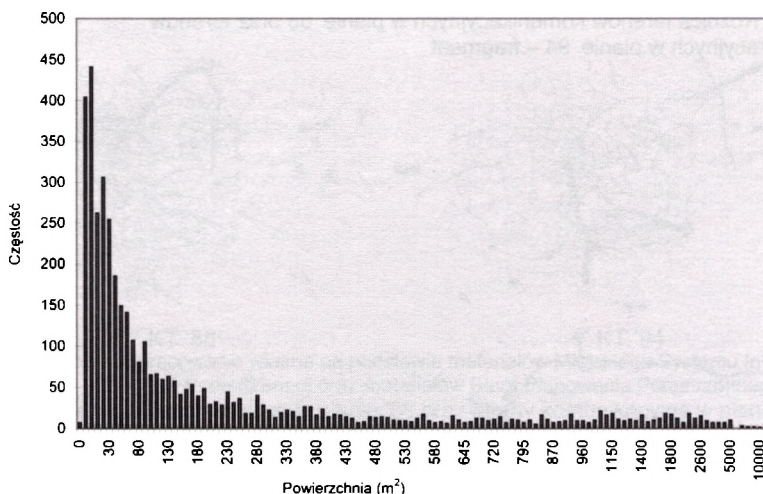
Ryc.13. Różnica terenów komunikacyjnych w planie '88 oraz terenów komunikacyjnych w planie '94 - po usunięciu poligonów resztkowych

Porównując ryc. 12 i ryc. 13 widać, jak duży jest wpływ poligonów resztkowych na sam obraz wyników analizy. Przed usunięciem poligonów można wysnuć fałszywe wnioski dotyczące porównania obu wydzieleń. Szczególnie dużo poligonów resztkowych wystąpiło w obrębie Starego Miasta – co spowodowane jest wydzielaniem w obu planach bardzo wąskich terenów komunikacyjnych tj. ulic.

Podczas „oczyszczania” efektów analizy (czyli selekcji i przenoszenia na inną warstwę elementów niepożądanych) usunięto łącznie 4261 poligonów resztkowych. Ich sumaryczna powierzchnia stanowiła 13,48 % powierzchni wyjściowej analizy. Najlepszą pomocą do poznania zbioru danych jest wykres wartości lub histogram (Pasławski J., 1980), który i tu został wykonany.

Na ryc. 14 pokazano graficzny rozkład częstości występowania poligonów resztkowych o różnych wielkościach.

Na podstawie uzyskanego histogramu można stwierdzić, że największa jest liczba poligonów resztkowych o bardzo małych i małych powierzchniach, choć występują również pewna liczba o powierzchniach zdecydowanie większych. Taki rozkład częstości świadczy o występowaniu w analizie spodziewanych poligonów resztkowych (o małych powierzchniach), których wysoka liczba o wartościach niewiele większych od zera zaczyna gwałtownie spadać wraz ze wzrostem powierzchni. Gdyby poligony resztkowe nie miały wpływu na wyniki analizy na histogramie nie zaobserwowano by ich obecności w zakresie kilkuset m² i większym. Zaobserwowana zwiększona ich częstość w przedziale ponad 1000 m² jest niepokojącym sygnałem potwierdzającym duży wpływ poligonów resztkowych na wynik tej analizy.

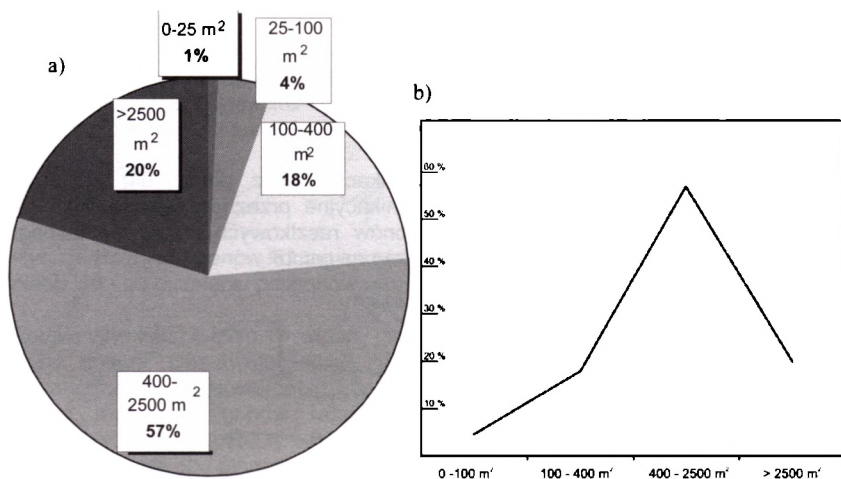


Ryc. 14. Histogram poligonów resztkowych dla terenów komunikacyjnych '88 - '94

Poligony resztkowe o powierzchni z zakresu 0 – 25 m² oraz 25 – 100 m², chociaż stanowią najliczniejszą grupę poligonów resztkowych (ryc. 14) to powierzchnioowo są grupą wyodrębniającą jedynie 5 % z całości (ryc. 15a). Największy udział w całości

mają poligony resztkowe z zakresu 400 – 2500 m² (57 %). Grupa największa powierzchniowo a najmniejsza liczbowo z zakresu powyżej 2500 m² stanowi aż 20 % całkowitej powierzchni poligonów resztkowych. Tak duży udział dwóch ostatnich przedziałów tłumaczy wysoki procent jaki stanowi liczba poligonów resztkowych w całości analizy.

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.15b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².

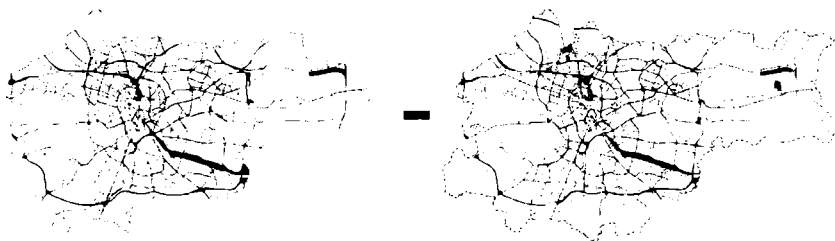


Ryc.15. Udział % poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

Drugim porównaniem było wyznaczenie różnicy: tereny komunikacyjne '94 minus tereny komunikacyjne '88 (ryc.16).



KT '94

KT '88

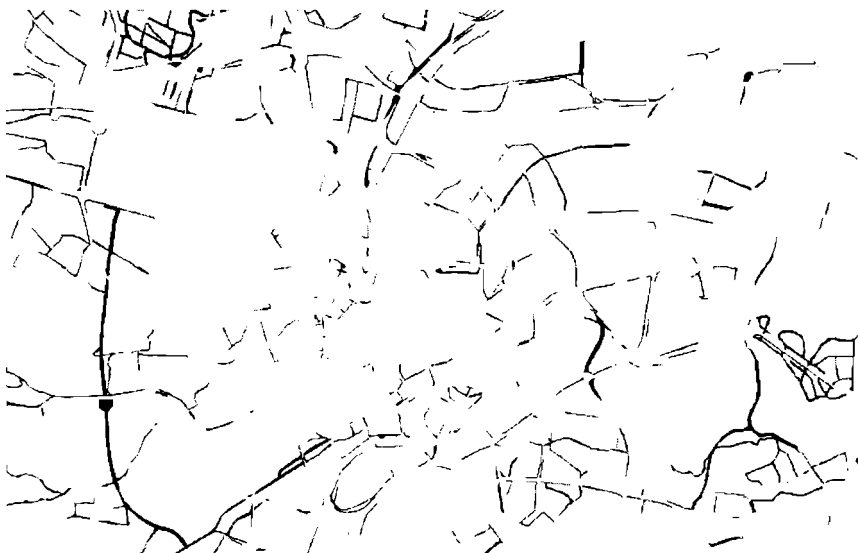
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.16. Tereny komunikacyjne w planie '94 oraz tereny komunikacyjne w planie '88

Tutaj wynikiem był obraz terenów komunikacyjnych z planu '94, które we wcześniejszym planie miały inne niż komunikacyjne przeznaczenia.(ryc.17). Tak uzyskany obraz należało oczyścić z poligonów resztkowych. Efekt manualnego usunięcia poligonów resztkowych przedstawiono na ryc.18.



Ryc.17. Różnica terenów komunikacyjnych z planu '94 i terenów komunikacyjnych z planu '88 – fragment



Ryc.18. Różnica terenów komunikacyjnych z planu '94 i terenów komunikacyjnych z planu '88 - po usunięciu poligonów reszkowych

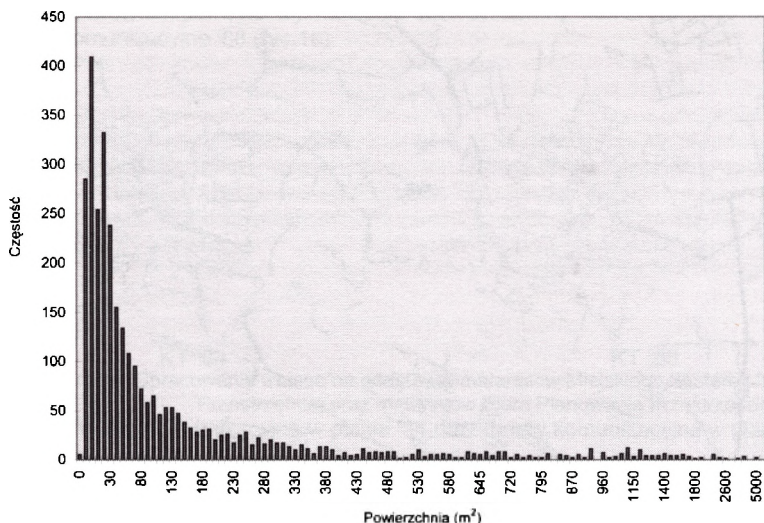
Porównując ryc.17 i ryc.18 widać, jak duży jest wpływ poligonów reszkowych na wynik analizy. Obserwując obraz zawierający poligony reszkowe (ryc.17) można wysnuć fałszywe wnioski dotyczące porównania obu wydzieleń spowodowane dużą ilością małych poligonów reszkowych. I tutaj szczególnie dużo poligonów reszkowych wystąpiło w obrębie Starego Miasta – co spowodowane jest wydzielaniem w obu planach wąskich terenów komunikacyjnych.

Podczas „oczyszczania” efektów analizy usunięto łącznie 3215 poligonów reszkowych. Ich sumaryczna powierzchnia stanowiła 11,26 % powierzchni wyjściowej analizy.

Na ryc.19 pokazano rozkład częstości występowania poligonów reszkowych o różnych wielkościach.

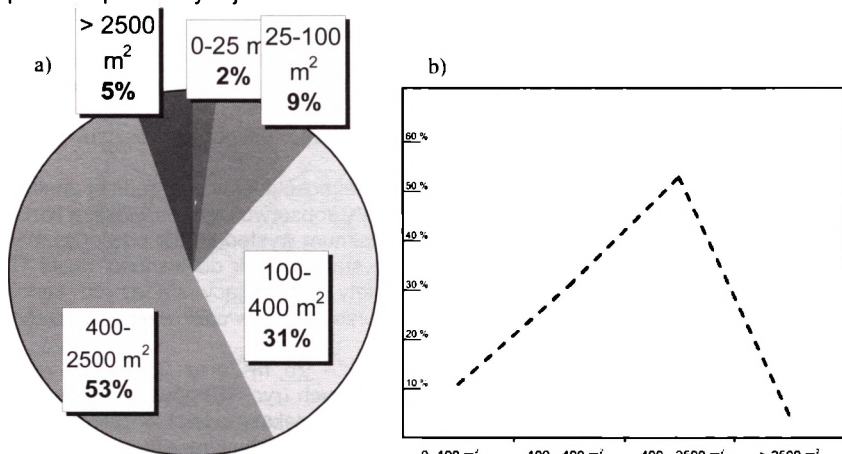
Również w tym przypadku występuje podobna zależność jak i w poprzedniej analizie – przebieg histogramu jest prawostronnie skośny. Zaobserwowano największą liczbę poligonów małych i bardzo małych, których maksimum występuje dla powierzchni w zakresie 10 – 30 m². Następnie obserwuje się stały spadek do wartości około 10 występujący przy powierzchni ~400m² i niestety utrzymujący się aż do końca histogramu. Udział procentowy poszczególnych przedziałów w całkowitej powierzchni jest ukazany na ryc.20.

Poligony reszkowe o powierzchni z zakresu 0 – 25 m² oraz 25 – 100 m² , stanowiące najliczniejszą grupę poligonów reszkowych (ryc. 19) powierzchniowo są grupą wyodrębniającą 11 % z całości (ryc.20a). Największy udział w całości mają poligony reszkowe z zakresu 400 – 2500 m² (53 %) co niekorzystnie wpływa na wynik całej analizy. Grupa największych powierzchniowo poligonów reszkowych a jednocześnie najmniejsza liczbowo z zakresu powyżej 2500 m² stanowi 5 % całkowitej powierzchni poligonów reszkowych.



Ryc.19. Histogram polygonów reszkowych dla terenów komunikacyjnych '94 - '88

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów polygonów reszkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.20b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².



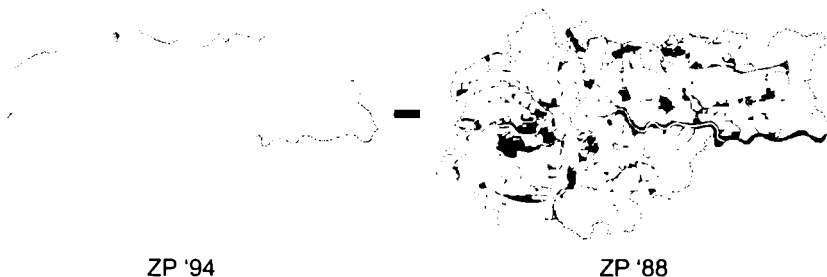
Ryc.20. Udział % poszczególnych przedziałów polygonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni,

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

Analiza zmian zasięgu obszarów miejskiej zieleni publicznej

Pierwszą analizą była matematyczna różnica obszarów miejskiej zieleni publicznej '94 i '88 (ryc.21). Efektem był obraz obszarów przeznaczonych na zieleni publiczną w planie '94, które w planie '88 były przeznaczone na inne cele. Działanie to pozwala stwierdzić ile terenów nie przeznaczonych na zieleni publiczną w planie '88 zostało na cele zieleni przeznaczone w planie '94.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

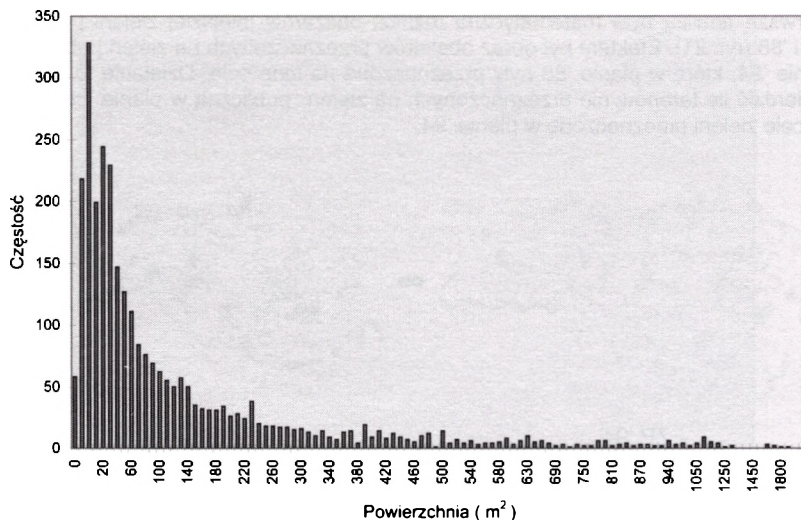
Ryc.21. Tereny przeznaczone na zieleni publiczną w planie '94 oraz tereny przeznaczone na zieleni publiczną w planie '88

Po wykonaniu różnicy otrzymano efekt podobny jak w analizie terenów komunikacyjnych - obraz będący „oczekiwanym” wynikiem analizy, czyli tereny przeznaczone na zieleni publiczną w planie '94, które w planie '88 na zieleni nie były przeznaczone („nowe” tereny zieleni publicznej), jak i poligony resztkowe. Aby uzyskać prawidłowy wynik należało wyselekcjonować i usunąć poligony resztkowe. Zwracają uwagę tereny wokół Plant (poligony resztkowe powstałe na styku terenów komunikacyjnych oraz terenów zieleni publicznej), a także obszary wzdłuż Wisły, gdzie występują wydłużone poligony resztkowe.

W trakcie operacji „oczyszczenia” usunięto manualnie 2940 poligonów resztkowych, których sumaryczna powierzchnia stanowiła 4,63 % powierzchni wyjściowej analizy.

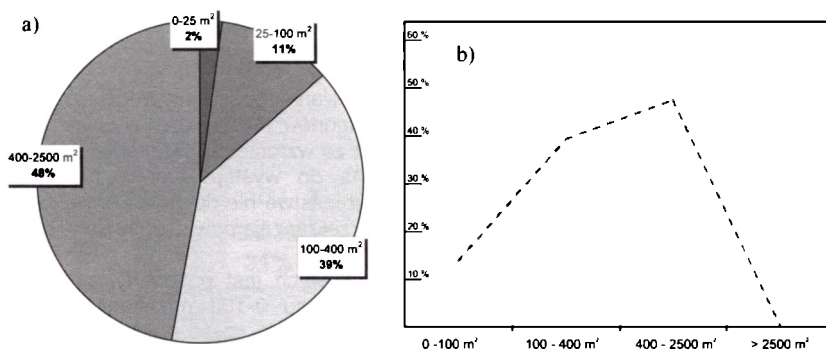
Na ryc.22 pokazano rozkład częstości występowania poligonów resztkowych o różnych wielkościach. Największa jest liczba poligonów resztkowych o powierzchni kilkudziesięciu metrów. Następnie ich liczba wraz ze wzrostem powierzchni poligonu resztkowego maleje. Sytuacja ta jest podobna do występującej w przypadku porównania terenów komunikacyjnych, lecz podobieństwa nie dotyczą prawej strony histogramu. Największe poligony resztkowe nie przekraczają powierzchni 2000 m².

Udział procentowy powierzchni poligonów resztkowych jest pokazany na ryc.23. Największa liczba poligonów resztkowych z zakresu 0-100 m² stanowi 13 % powierzchni wszystkich poligonów resztkowych. Pozostała część przypadła na dwa zakresy – 39 % dla przedziału 100 – 400 m², oraz aż 48 % dla przedziału 400–2500 m². Nie zaobserwowano poligonów resztkowych z przedziału ponad 2500 m².



Ryc.22. Histogram polygonów reszkowych dla obszarów zieleni publicznej '94 - '88

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów polygonów reszkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.23b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².



Ryc.23. Udział % poszczególnych przedziałów polygonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

Drugą analizą była matematyczna różnica obszarów miejskiej zieleni publicznej '88 i '94. Efektem był obraz obszarów przeznaczonych pod zieleni publiczną w planie '88, które w planie '94 zostały przeznaczone na inne cele.

Po wykonaniu różnicy otrzymano efekt podobny jak w poprzednich analizach - obraz będący „oczekiwanym” wynikiem analizy, czyli tereny wcześniej (w planie '88) przeznaczone na cele zieleni publicznej, które następnie (w planie '94) zostały przeznaczone na inne cele niż zieleni publiczna (tereny zielone z których zrezygnowano), jak i poligony resztkowe. Aby uzyskać prawidłowy wynik należało wyselekcjonować i usunąć poligony resztkowe. Na ryc.24 przedstawiono „oczekiwany” wynik analizy (szare) oraz poligony resztkowe (czarne). Podobnie jak w różnicy obszarów miejskiej zieleni publicznej '94 – '88, zwracają uwagę tereny wokół Plant (poligony resztkowe powstałe na styku terenów komunikacyjnych oraz terenów zieleni publicznej), a także obszary wzdłuż Wisły, gdzie występują wydłużone poligony resztkowe.

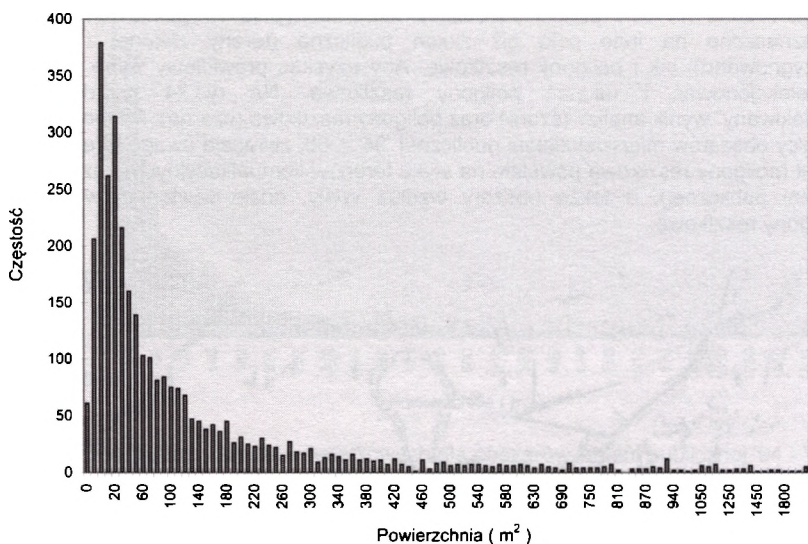


Ryc.24. Różnica terenów zieleni publicznej z planu '88 oraz terenów zieleni publicznej z planu '94

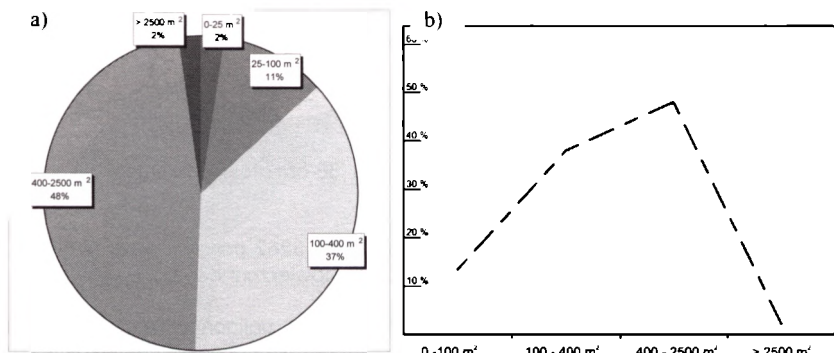
W trakcie operacji „oczyszczenia” usunięto manualnie 3262 poligonów resztkowych, których sumaryczna powierzchnia stanowiła 5,21 % powierzchni wyjściowej.

Na ryc.25 pokazano rozkład częstości występowania poligonów resztkowych o różnych wielkościach. Maksymalna częstość występuje dla poligonów resztkowych o powierzchniach z przedziału 0 - 100 m². Ten zakres zajmuje 13 % powierzchni wszystkich poligonów (ryc.26a). Największą powierzchnię zajmują poligony resztkowe z przedziału 400 – 2500 m² (48 %). Mniejszą (37 %) z przedziału 100 – 400 m². Trzy poligony resztkowe o powierzchni ponad 2500 m² (zlokalizowane: pierwszy na styku z Wisłą w południowo – wschodniej części miasta, drugi na styku z dużymi terenami komunikacji kolejowej w Podgórzu, trzeci na styku Błoń z Aleją 3 Maja) stanowią 2 % udziału. Szukając potencjalnych zależności pomiędzy

wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.26b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².



Ryc.25. Histogram poligonów resztkowych dla obszarów zieleni publicznej '88 - '94



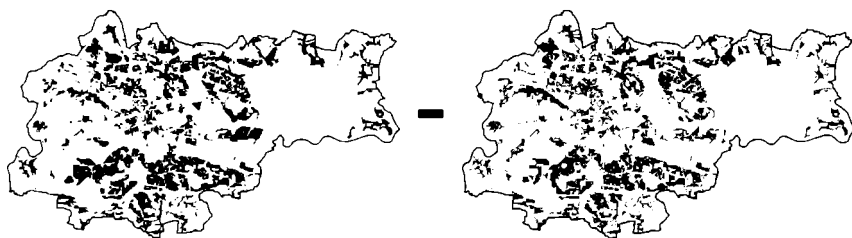
Ryc.26. Udział % poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego.

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0-100 m²)

Analiza zmian zasięgu obszarów mieszkaniowych

Poprzez obszary mieszkaniowe rozumiano sumę obszarów: M1, M2, M3, M4, M1U, M2U, M3U. Najpierw wyznaczono różnicę obszarów mieszkaniowych '88 i obszarów mieszkaniowych '94 (ryc. 27).



M, MU '88

M, MU '94

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.27. Tereny przeznaczone na cele mieszkaniowe w planie '88 oraz tereny przeznaczone na cele mieszkaniowe w planie '94.

Efektem był obraz terenów mieszkaniowych z planu '88, które w planie '94 zostały zastąpione innymi przeznaczeniami.

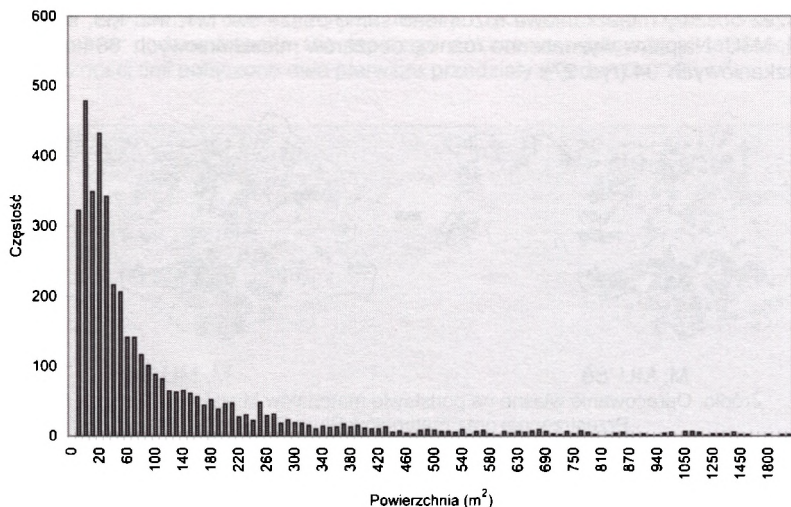
Po wykonaniu analizy manualnie usunięto poligony resztkowe. Duża ich część była usytuowana na styku terenów mieszkaniowych i komunikacyjnych.

W trakcie operacji „oczyszczenia” usunięto manualnie 4270 poligonów resztkowych, których sumaryczna powierzchnia stanowiła 7,83 % powierzchni wyjściowej. Jest to wielkość mniejsza niż w przypadku terenów komunikacyjnych, a większa niż w obszarach zieleni publicznej.

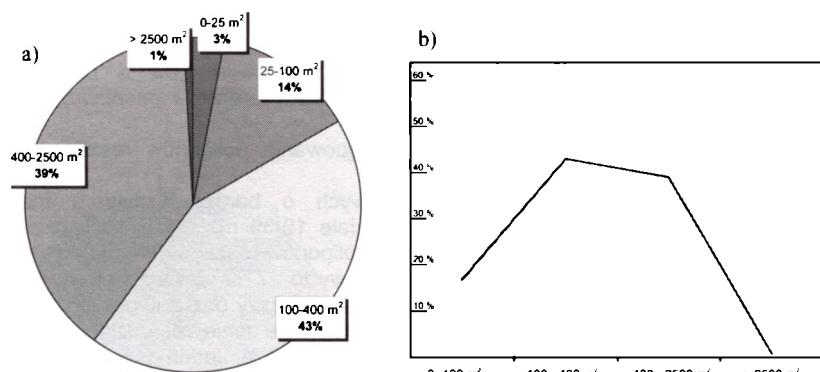
Na ryc.28 pokazano rozkład częstości występowania poligonów resztkowych o różnych wielkościach.

Największa jest liczba poligonów resztkowych o bardzo małych i małych powierzchniach. Maksimum wypada w przedziale 10-30 m². Później ich częstość szybko maleje. Większość z całkowitej liczby poligonów resztkowych znajduje się w przedziale 0 – 100 m². Ich udział powierzchniowy to 17 % powierzchni wszystkich poligonów resztkowych w tej analizie (ryc.29a). Największy udział w powierzchni ma przedział 100 - 400 m² – wynosi on 43 %. Niewiele mniejszy udział ma grupa poligonów resztkowych z przedziału 400 – 2500 m² - 39 %. Jeden poligon resztkowy z zakresu ponad 2500 m² stanowi aż 1 % powierzchni wszystkich poligonów resztkowych w tej analizie.

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.29b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m²



Ryc.28. Histogram poligonów reszkowych dla obszarów mieszkaniowych '88 - '94



Ryc.29. Udział % poszczególnych przedziałów poligonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni:

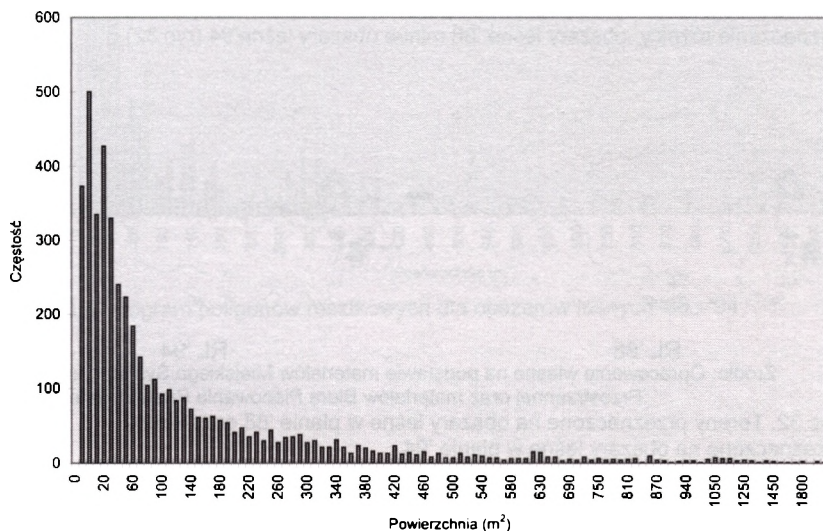
a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

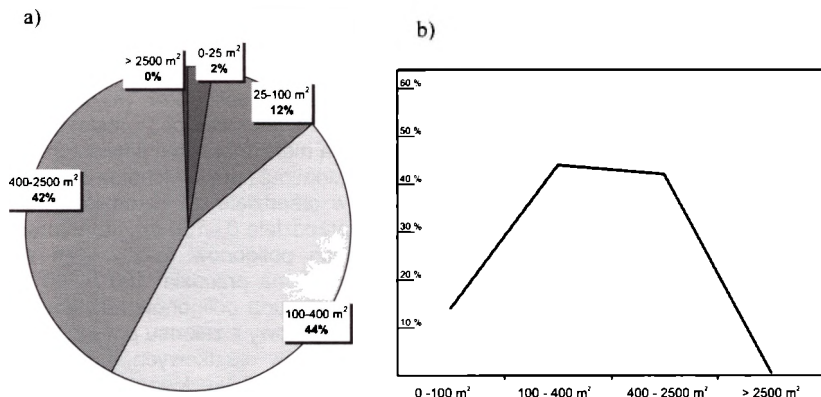
Drugą analizą było wyznaczenie różnicy obszarów mieszkaniowych z planu '94 i obszarów mieszkaniowych z planu '88. Efektem był obraz terenów mieszkaniowych z planu '94, które w planie '88 były przeznaczone na cele inne niż mieszkaniowe. Po wykonaniu analizy manualnie usunięto poligony reszkowe. Duża ich część była usytuowana na styku terenów mieszkaniowych i komunikacyjnych.

W trakcie operacji „oczyszczenia” usunięto manualnie 4678 poligonów reszkowych, których sumaryczna powierzchnia stanowiła 4,6 % powierzchni wyjściowej.

Na ryc.30 pokazano rozkład częstości występowania poligonów reszkowych o różnych wielkościach. Ten rozkład jest podobny do poprzednich – małe poligony reszkowe, choć liczbowo stanowią większość mają małe znaczenie powierzchniowe, a będące w mniejszości z zakresu ponad 100 m² dominują powierzchniowo. Największa jest liczba poligonów reszkowych w przedziale do kilkudziesięciu m². Większość z całkowitej ich liczby znajduje się w przedziale 0 – 100 m², którego udział powierzchniowy to 14 % powierzchni wszystkich poligonów reszkowych w tej analizie (ryc.31a). Największy udział w powierzchni ma przedział 100 - 400 m² – wynosi on 44 %. Tylko o 2 % mniejszy udział ma grupa poligonów reszkowych z przedziału 400 – 2500 m² - 42 %. Jeden poligon reszkowy z zakresu ponad 2500 m² stanowi poniżej 1 % powierzchni wszystkich poligonów reszkowych w tej analizie. Ten pojedynczy poligon występuje wzdłuż ulicy Grota – Roweckiego i jest kolejnym dowodem na powstawanie poligonów reszkowych na styku z terenami komunikacyjnymi gdyż właśnie tam powstał. Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów reszkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.31b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Aby lepiej pokazać występującą tendencję do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0-100m².



Ryc.30. Histogram poligonów reszkowych dla obszarów mieszkaniowych '94 - '88



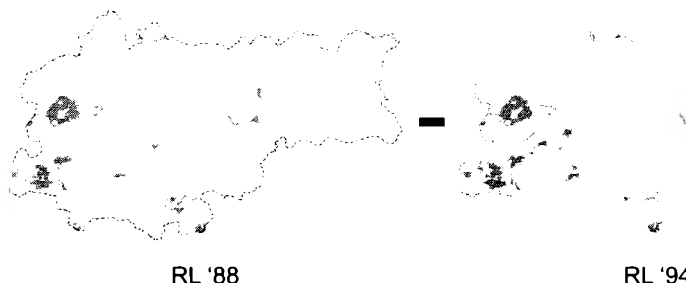
Ryc.31. Udział % poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

Analiza zmian zasięgu obszarów leśnych

Analiza polegała na wykonaniu dwóch porównań obszarów leśnych. Pierwszym było wyznaczenie różnicy: obszary leśne '88 minus obszary leśne '94 (ryc.32).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Miejskiego Systemu Informacji Przestrzennej oraz materiałów Biura Planowania Przestrzennego UMK

Ryc.32. Tereny przeznaczone na obszary leśne w planie '88 oraz tereny przeznaczone na obszary leśne w planie '94

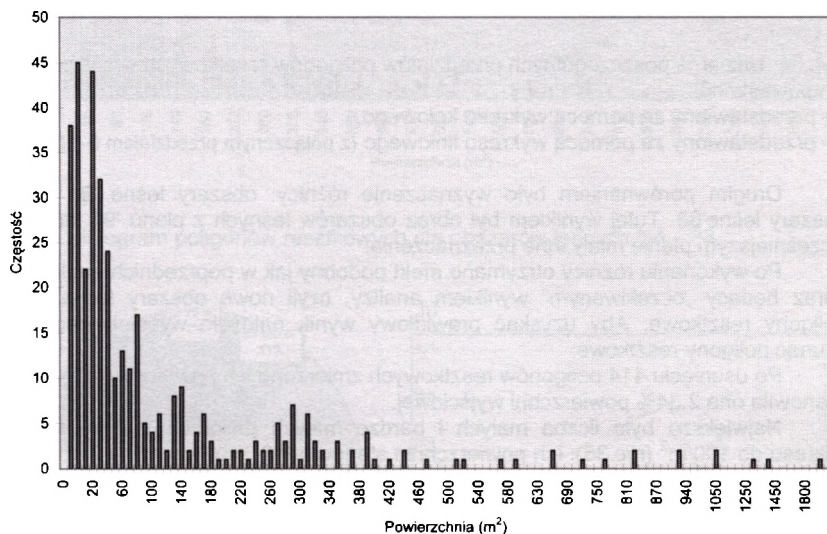
Wynikiem takiej operacji powinien być obraz obszarów leśnych z planu '88, które w planie '94 zostały zastąpione innymi przeznaczeniami.

Po wykonaniu różnicy otrzymano efekt podobny jak w poprzednich analizach - obraz będący „oczekiwanym” wynikiem analizy, czyli obszary leśne z których zrezygnowano, jak i poligony resztkowe. Aby uzyskać prawidłowy wynik należało wyselekcjonować i usunąć poligony resztkowe.

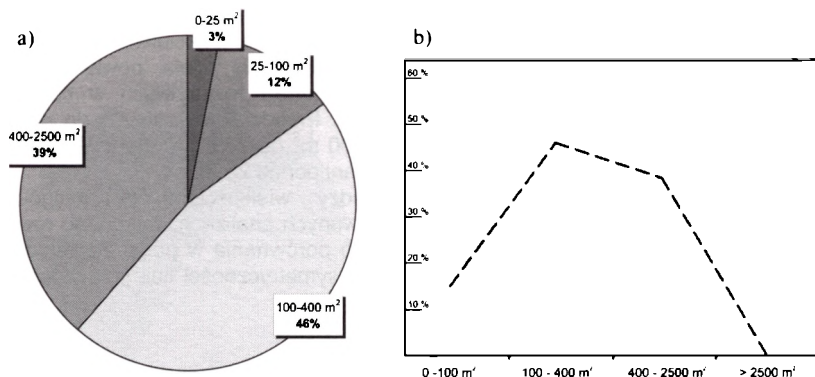
Podczas „oczyszczania” efektów analizy usunięto 377 poligonów resztkowych. Ich sumaryczna powierzchnia stanowiła 1,72% powierzchni wyjściowej.

Zdecydowana większość poligonów resztkowych miała powierzchnie w zakresie do 100 m² (ryc.33). Udział tych poligonów resztkowych w całkowitej powierzchni wszystkich wynosi 15 % (ryc.34a). Przedział od 100 m² do 400 m² stanowi 46 % i jest największy. Przedział od 400 m² do 2500 m² stanowi 39%. Nie stwierdzono poligonów resztkowych o powierzchni ponad 2500 m².

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.34b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².



Ryc.33. Histogram poligonów resztkowych dla obszarów leśnych '88 - '94



Ryc.34 .Udział % poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0–100 m²)

Drugim porównaniem było wyznaczenie różnicy: obszary leśne '94 minus obszary leśne '88. Tutaj wynikiem był obraz obszarów leśnych z planu '94 które we wcześniejszym planie miały inne przeznaczenia.

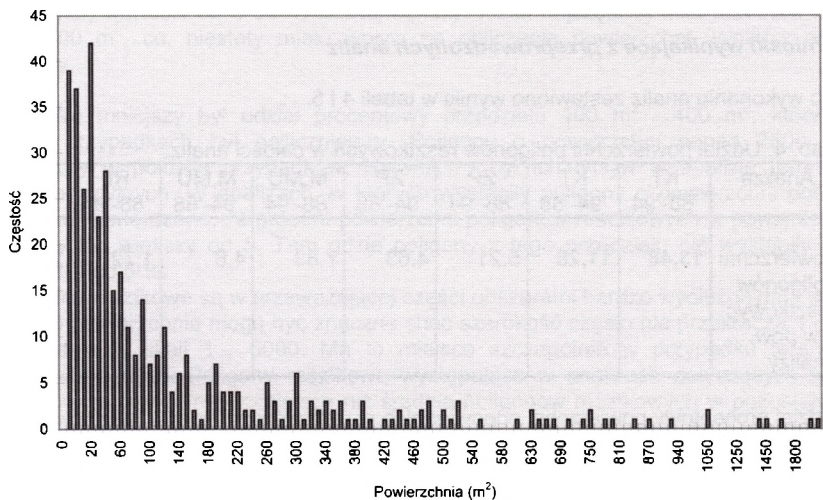
Po wykonaniu różnicy otrzymano efekt podobny jak w poprzednich analizach - obraz będący „oczekiwanym” wynikiem analizy, czyli nowe obszary leśne, jak i poligony resztkowe. Aby uzyskać prawidłowy wynik należało wyselekcjonować i usunąć poligony resztkowe.

Po usunięciu 414 poligonów resztkowych zmierzono ich powierzchnię.

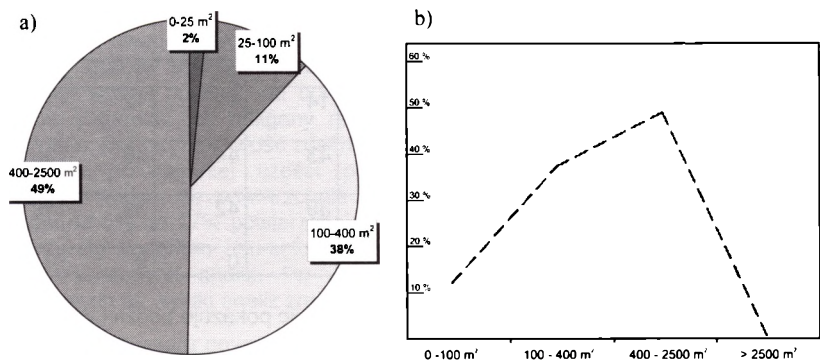
Stanowiła ona 2,34% powierzchni wyjściowej.

Największa była liczba małych i bardzo małych poligonów resztkowych z zakresu do 100 m² (ryc.35). Ich powierzchnia stanowiła 13 % powierzchni wszystkich poligonów resztkowych w tej analizie (ryc. 36a). Przedział od 100 m² do 400 m² stanowił 38 %. Natomiast 39 poligonów resztkowych z przedziału 400 m² – 2500 m² stanowiło aż 49 % powierzchni wszystkich poligonów resztkowych w tej analizie. Nie stwierdzono występowania poligonów resztkowych o powierzchni ponad 2500 m².

Szukając potencjalnych zależności pomiędzy wielkościami poszczególnych przedziałów poligonów resztkowych w wykonywanych analizach, wykonano również wykres liniowy (ryc.36b), który będzie służył do porównania w podsumowaniu. Dla lepszego pokazania występującej tendencji do symetryczności linii połączono dwa pierwsze przedziały w jeden 0 – 100 m².



Ryc.35. Histogram poligonów reszkowych dla obszarów leśnych '94 - '88



Ryc.36. Udział % poszczególnych przedziałów poligonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni:

a - przedstawiony za pomocą wykresu kołowego,

b - przedstawiony za pomocą wykresu liniowego (z połączonym przedziałem 0-100 m²)

Wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz

Po wykonaniu analiz zestawiono wyniki w tabeli 4 i 5.

Tab. 4. Udział powierzchni poligonów reszkowych w całości analiz.

Analiza	KT '88-'94	KT '94-'88	ZP '88-'94	ZP '94-'88	M,MU '88-'94	M,MU '94-'88	RL '88-'94	RL '94-'88
% powierzchni poligonów reszkowych w pow. analizy	13,48	11,26	5,21	4,63	7,83	4,6	1,72	2,34

Udział procentowy powierzchni odpowiednich przedziałów poligonów reszkowych zobrazowany za pomocą wykresu liniowego, wskazuje wyraźnie te, które dominują powierzchniowo (ryc. 37).

Tab. 5. Udział powierzchni odpowiednich przedziałów poligonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni (%).

Analiza Przedział	KT '88-'94	KT '94-'88	ZP '88-'94	ZP '94-'88	M,MU '88-'94	M,MU '94-'88	RL '88-'94	RL '94-'88
0-25 m ²	1	2	2	2	3	2	3	2
25 m ² -100 m ²	4	9	11	11	14	12	12	11
100 m ² -400 m ²	18	31	37	39	43	44	46	38
400 m ² -2500m ²	57	53	48	48	39	42	39	49
>2500 m ²	20	5	2	0	1	0	0	0

Zestawienie wykresów dla ośmiu wyznaczonych różnic pokazuje podział wyników na dwie grupy:

- pierwszą, gdzie dominują poligony reszkowe z przedziału 100 - 400 m² (należą do niej obie analizy dotyczące terenów mieszkaniowych oraz jedna dotycząca terenów leśnych),
- drugą, gdzie dominują poligony reszkowe z przedziału 400 - 2500 m² (należą do niej obie analizy dotyczące terenów komunikacyjnych, obie analizy dotyczące terenów zieleni publicznej, oraz jedna dotycząca terenów leśnych).

Obie grupy wykazują podobną tendencję do symetryczności linii, co może wskazywać na podobną wielkość błędu przypadkowego wpływającego na wyniki analiz, niezależną od rodzaju przeznaczenia terenu.

Analizując zestawione wyniki można stwierdzić, że poligony reszkowe najczęściej występujące (z przedziałów 0-25 m² oraz 25 -100 m²) nie mają wpływu na wielkość błędu. Ich udział procentowy w całkowitej powierzchni poligonów reszkowych to

(w sumie) wartości od 5 do 17%. Największy udział najczęściej miał przedział 400 m²-2500 m², co, niestety miało wpływ na obliczanie powierzchni wyników całej analizy.

Niewiele mniejszy był udział procentowy przedziału 100 m² - 400 m², który w trzech przypadkach był najliczniejszy. Poligony o powierzchni ponad 2500 m² wystąpiły w połowie przypadków. Największy był ich wpływ w analizie terenów komunikacyjnych. W analizach, w których wystąpiły poligony o powierzchni ponad 2500 m² stwierdzono, że procent powierzchni poligonów reszkowych w powierzchni analizy był większy od 5. Tam gdzie poligony z tego przedziału nie wystąpiły był mniejszy od 5 %.

Poligony reszkowe są w przeważającej części obszarami bardzo wydłużonymi - stąd też ich powierzchnie mogą być znaczne choć szerokość często nie przekracza 1 mm na mapie w skali 1 : 5000. Ma to miejsce szczególnie w przypadku terenów komunikacyjnych. Poligony reszkowe występujące w analizach dotyczących tych terenów są trzykrotnie liczniejsze niż średnia poligonów reszkowych w pozostałych wydzieleniach. W przypadku pozostałych wydzieleni znacząca ilość poligonów reszkowych powstaje na styku terenów przeznaczonych na dane wydzielenie oraz terenów przeznaczonych na komunikację.

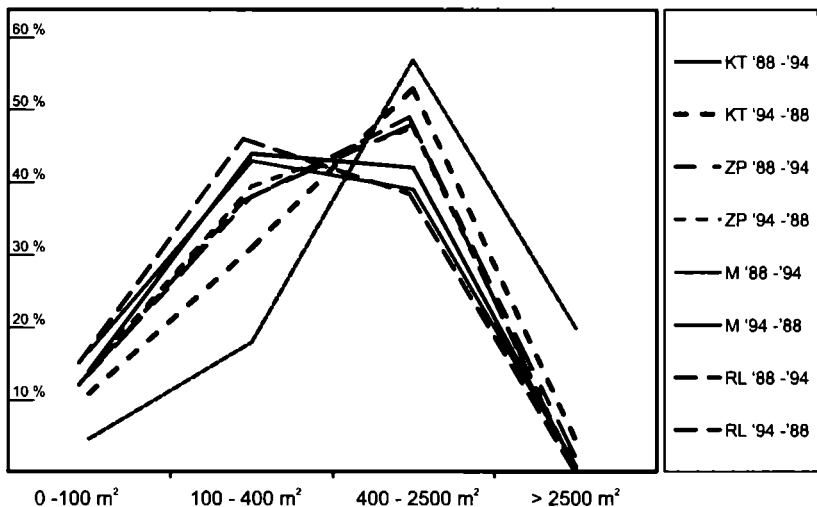
Po wykonaniu wszystkich analiz nasunął się wniosek, że im większa oraz skoncentrowana w jednym miejscu jest powierzchnia obszarów powstałych w wyniku analizy, tym wpływ poligonów reszkowych jako udziału tej powierzchni jest mniejszy - przykładem są obszary leśne. Oczywiście największy wpływ poligonów reszkowych wystąpiłby w przypadku porównania przeznaczeń występujących na wielu drobnych obszarach, w stosunku do których nie nastąpiły zmiany.

Biorąc pod uwagę skalę materiałów źródłowych i kryterium rysowania obiektów za pomocą znaków powierzchniowych: *aby umowny znak powierzchniowy odtworzył właściwy kształt obiektu, nie powinien być mniejszy niż 4 mm²* (Szaflarski, 1965) można stwierdzić, że poligony reszkowe o powierzchni do 100 m² mogą być pominięte. Daje to możliwość zdefiniowania kryterium służącego do automatycznego usuwania przynajmniej części poligonów. Analizując wyniki poszczególnych porównań widać, że powierzchnia poligonów reszkowych o wielkości do 100m² wynosi od 5% do 17% powierzchni wszystkich poligonów reszkowych. Kierując się powyższym kryterium usunięto obszary poniżej 100 m² we wszystkich wynikach przeprowadzonych analiz. Po uwzględnieniu tego kryterium wpływ poligonów reszkowych na wyniki analiz zmalał co widać w tabeli 6.

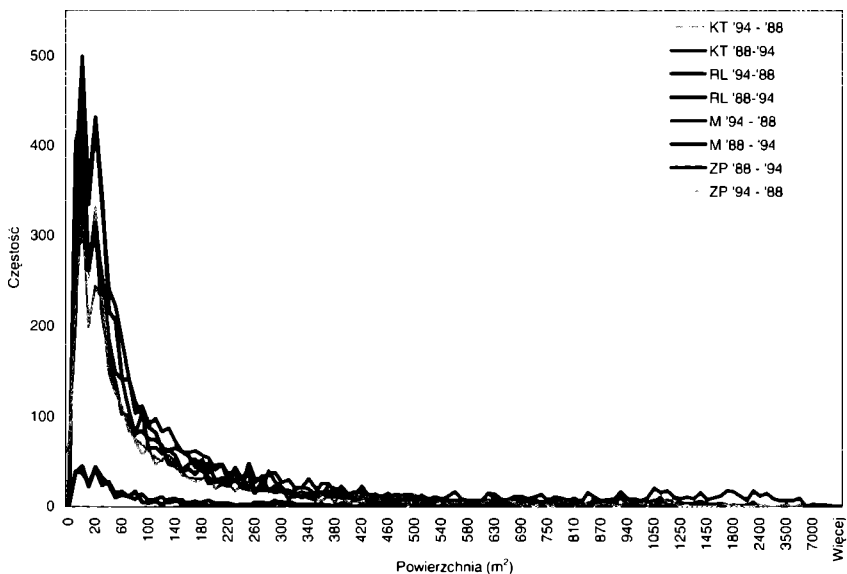
Tab. 6. Wyniki analiz po uwzględnieniu kryterium 100 m²

Analiza	KT '88-'94	KT '94-'88	ZP '88-'94	ZP '94-'88	M,MU '88-'94	M,MU '94-'88	RL '88-'94	RL '94-'88
% powierzchni poligonów reszkowych w pow. analizy	12,86	10,10	4,56	4,02	6,62	3,98	1,46	2,06

Przy założeniu, że wartość 5 % jest granicznym błędem dopuszczalnym można zauważyć, że praktycznie po uwzględnieniu kryterium 100 m² tylko tereny komunikacyjne w znacznym stopniu przekraczają wartość 5 %.



Ryc. 37. Zestawienie wykresów liniowych pokazujących udział powierzchni odpowiednich przedziałów poligonów reszkowych w całkowitej ich powierzchni



Ryc. 38. Porównanie przebiegu wieloboków częstości dla wszystkich analiz

Skąd się wzięła ta różnica widać po nałożeniu wieloboków częstości, powstałych z histogramów poszczególnych analiz (ryc.38). Wszystkie łamane charakteryzują się

podobnym przebiegiem prawostronnie skośnym, jednak pod koniec przebiegu łamane charakteryzujące tereny komunikacyjne posiadają nadal dość znaczne wartości podczas gdy pozostałe mają te wartości bliskie zeru lub wręcz nie mają ich wcale. Nasuwa się wniosek, że nawet bardzo duża liczba małych i bardzo małych poligonów resztkowych jest łatwa do usunięcia i nie wywiera znaczącego wpływu na obliczenia powierzchni wyników analiz. Problemem są natomiast duże poligony resztkowe, których nawet bardzo mała liczba może mieć zdecydowany wpływ na obliczane wyniki.

Dla każdego z obszarów będących wynikiem przeprowadzonych analiz obliczono powierzchnię, obwód oraz stosunek powierzchni do kwadratu obwodu. Obserwując liczbę wyrażającą stosunek powierzchni do kwadratu obwodu (P/O^2) można stwierdzić czy dany element jest poligonem resztkowym czy nie.

W celu lepszego odbioru wartości (P/O^2) przyjęto, że

$$Z = \frac{P}{O^2} \cdot s$$

gdzie:

Z – współczynnik określający stopień rozciągnięcia (skupienia) danego elementu

P – powierzchnia danego elementu

O – obwód danego elementu

s – stała wynosząca odpowiednio:

dla koła $s = 4\pi$

dla kwadratu $s = 16$









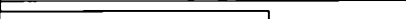
dla prostokątów $s = 13 + (n-1)4$ gdzie $n = a/b$

Przy takim przyjęciu wartości stałej s , wartość Z dla figury wzorcowej zawsze będzie wynosiła 1, a wartości figur zmierzających do nich będą mniejsze od jedności.

W praktyce można nawet stwierdzić, że figurą mającą najmniej wspólnego z poligonem resztkowym jest koło, gdyż nie jest obiektem rozciągniętym w jednym kierunku, charakteryzującym się małą szerokością. Natomiast figurą najbardziej zbliżoną do poligonu resztkowego będzie wydłużony prostokąt. Kierując się tymi przesłankami zdecydowano, że dla dalszych rozważań stała s przyjmie wartość 4π .

Dla tak zdefiniowanej stałej im wartość Z bliższa jest wartości 1 tym większe prawdopodobieństwo, że dany element nie jest poligonem resztkowym. Jeżeli liczba ta zmierza do zera jest prawdopodobnie poligonem resztkowym. W poniżej zamieszczonej tabeli 7 pokazano przykładowe wartości współczynnika Z .

Tab.7 Wartości współczynnika Z dla wybranych figur

Figura	Długość boku	Wartość współczynnika Z
	-	1
	1:1	0,788
	1:2	0,700
	1:4	0,504
	1:7	0,345
	1:10	0,260
	1:15	0,185
	1:20	0,143
	1:30	0,098

Prostokąty o stosunku długości boków od 1:15 swym kształtem mogą już nawiązywać do poligonów resztkowych. Obserwując wartości jakie przyjmuje współczynnik Z dla wybranych figur przyjęto założenie, że graniczne wartości współczynnika Z to 0,1 oraz 0,2. Elementy dla których współczynnik Z przyjmie wartość 0,1 lub mniejszą powinny być zakwalifikowane do zbioru poligonów resztkowych. Natomiast elementy dla których współczynnik Z przyjmie wartość z zakresu pomiędzy 0,1 a 0,2 są potencjalnymi poligonami resztkowymi.

Aby sprawdzić te założenia obliczono wartości Z dla wykonanych wcześniej poszczególnych analiz oraz wartości średnie współczynnika Z (\bar{Z}) takie, że:

$$\bar{Z} = \sum_{i=1}^k \frac{Z_i}{k}$$

gdzie:

\bar{Z} - średnia wartość współczynnika Z dla danej analizy

Z_i - poszczególne wartości Z dla danej analizy

k - liczba wartości dla danej analizy

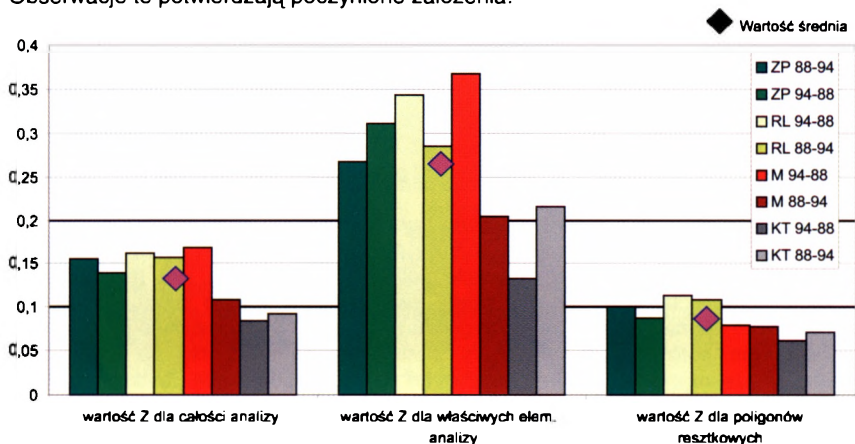
Wyniki (wartości średnie \bar{Z}) kształtowały się następująco:

- dla wszystkich obszarów powstałych w wyniku wykonanej różnicy
 - tereny komunikacyjne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,0842}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,0926}$;
 - obszary miejskiej zieleni publicznej: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,1393}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,1554}$
 - obszary mieszkaniowe: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,1685}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,109}$;
 - obszary leśne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,1619}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,1563}$
- dla obszarów sklasyfikowanych jako poligony resztkowe
 - tereny komunikacyjne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,0622}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,0709}$;
 - obszary miejskiej zieleni publicznej: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,0879}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,0999}$
 - obszary mieszkaniowe: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,0791}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,0781}$;
 - obszary leśne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,1138}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,1088}$
- dla obszarów będących właściwym wynikiem analizy (bez poligonów resztkowych)
 - tereny komunikacyjne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,1322}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,2157}$;
 - obszary miejskiej zieleni publicznej: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,3108}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,2671}$
 - obszary mieszkaniowe: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,3677}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,2044}$;
 - obszary leśne: '94 - '88 $\bar{Z} = \mathbf{0,3428}$, '88 - '94 $\bar{Z} = \mathbf{0,2844}$

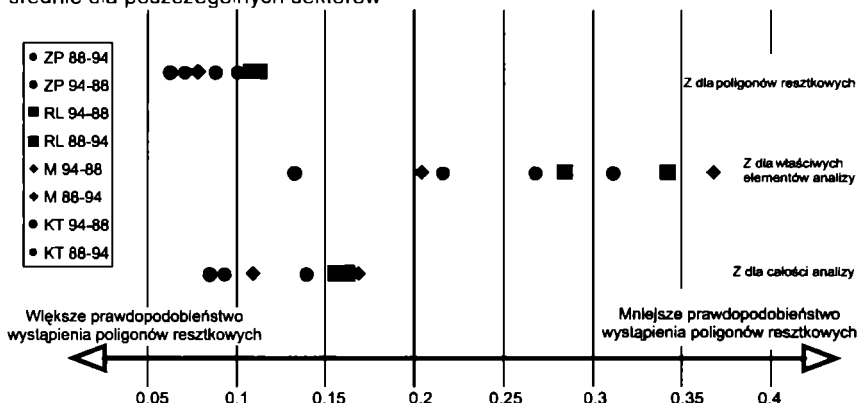
Na ryc. 39 pokazano średnie wartości współczynnika Z dla wszystkich przeprowadzonych analiz. Wyniki zgrupowano w trzech sektorach. Pierwszy ukazuje średnie wartości Z dla wszystkich elementów analizy powstałych po przeprowadzeniu działania różnicy („właściwe” obiekty i poligony resztkowe razem). Drugi (środkowy) ukazuje średnie wartości Z dla elementów analizy już po usunięciu poligonów resztkowych. Trzeci ukazuje wartości średnie Z dla usuniętych poligonów resztkowych. Symbol \blacklozenge jest zlokalizowany w miejscu wartości średniej dla danego sektora. Obserwacja ryc.39 wskazuje, że jeżeli wartość średnia Z dla danego zbioru oscyluje w okolicach lub jest większa od 0,2 to wśród elementów tego zbioru nie występują poligony resztkowe. Jeżeli Z jest mniejsze od 0,1 to w tym zbiorze

występuje większość lub same poligony resztkowe. Stany pośrednie wskazują, że w danym zbiorze znajdują się poligony resztkowe w liczbie zależnej od tendencji odchylania się w stronę 0,1 lub 0,2 wartości średniej współczynnika Z dla danego zbioru. Pewną odchylkę od tej tendencji obserwujemy dla terenów komunikacyjnych. Wartość \bar{Z} dla poligonów resztkowych występujących w tych obiektach to 0,06-0,07. Natomiast wartość \bar{Z} dla „właściwych” obiektów z tej analizy wynosi 0,13-0,22. Wielkości te są na pograniczu założonych, ale różnica wartości współczynnika Z dla poligonów resztkowych i „właściwych” elementów analizy terenów komunikacyjnych jest wyraźna (ryc.40).

Obserwacje te potwierdzają poczynione założenia.



Ryc. 39. Wartości średnie współczynnika Z dla poszczególnych analiz oraz wartości średnie dla poszczególnych sektorów



Ryc. 40. Wartości średnie współczynnika Z dla poszczególnych analiz na osi prawdopodobieństwa

Wartości \bar{Z} można wykorzystać przy określaniu, czy w wynikach przeprowadzanych analiz znajdują się poligony resztkowe. Obserwując wartości Z (ryc.39, ryc.40) dla poszczególnych analiz widać, że obszary komunikacyjne nawet po usunięciu

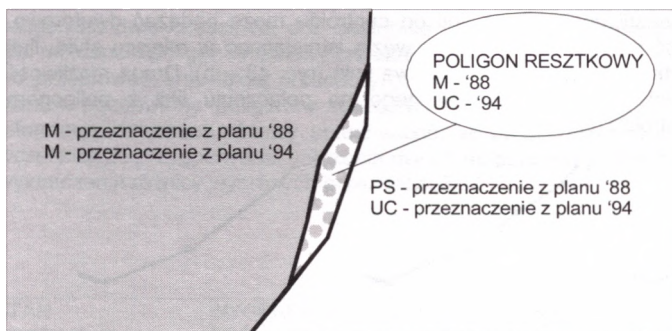
poligonów resztkowych mają wartość Z niewiele większą od wartości Z innych elementów z planu zagospodarowania przestrzennego. Dla poszczególnych analiz wyniki te są rozrzucone w szerokim zakresie od 0,1 do 0,37. Poligony resztkowe są natomiast dość ciasno zgrupowane w przedziale wartości od 0,06 do 0,11. Wartości współczynnika Z dla całości analizy (łącznie z poligonami resztkowymi) są również dość zwarte, choć mniej niż dla samych poligonów resztkowych.

Podsumowując można stwierdzić, że wpływ poligonów resztkowych na wyniki analiz może być znaczący szczególnie w przypadku terenów wydłużonych w jednym kierunku (tereny komunikacyjne). Jednak można ten wpływ zmniejszyć stosując kryterium powierzchniowe oraz wykorzystując informację płynącą z wartości współczynnika Z . Wartość współczynnika Z można również wykorzystać do prognozowania, czy w danym zbiorze (będącym wynikiem analizy) znajdują się poligony resztkowe. Pamiętać należy, że nawet mała liczba poligonów resztkowych, której wpływ na określanie powierzchni po analizie jest pomijalny, wpływa na graficzny obraz analizy (mapę) i dlatego też wszystkie poligony resztkowe powinny być usunięte aby końcowy efekt wizualny był poprawny.

Uwagi na temat nakładania (sumowania) przeznaczeń

W przypadku rozpatrywania analizy różnicy pomiędzy tym samym przeznaczeniem zapisanym w dwóch planach usunięcie poligonu resztkowego jest rozwiązaniem problemu. Graficzny wynik analizy wtedy jest poprawny. Także suma powierzchni otrzymanych elementów jest już skorygowana. Sytuacja się komplikuje gdy chcemy jednocześnie porównywać cały zapis planu poprzez nałożenie na siebie obu rysunków. Usunięcie poligonów resztkowych powoduje powstanie ubytku w miejscu usuniętego elementu. Przy podejściu do planu jako całości staje się to problemem. Nie może istnieć graficzny zapis planu miejscowego z białymi plamami - miejscami gdzie przeznaczenie terenu nie jest określone. W tym przypadku rozwiązanie problemu poligonów resztkowych nie może polegać na ich usunięciu. Pierwszą czynnością będzie ich wyselekcjonowanie, a następnie przypisanie do odpowiedniej kategorii przeznaczenia. Sposób selekcji poligonów resztkowych opisany jest w głównej części pracy. Nadanie im odpowiedniej kategorii jest przedmiotem dalszych rozważań.

Rozpatrywany przykład to dwa nałożone na siebie plany zagospodarowania terenu: Miejskowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa z 1988 roku oraz Miejskowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa z 1994 roku. Każdy fragment tak powstałej mapy posiada dwa atrybuty – jeden odpowiedni dla ustaleń z 1988 r. drugi odpowiedni dla ustaleń z 1994 r. Poligony resztkowe również mają dwa atrybuty jednak inne niż obszary z którymi się stykają (ryc. 41)



Ryc. 41. Nałożenie dwóch planów - powiększenie okolic poligonu resztkowego

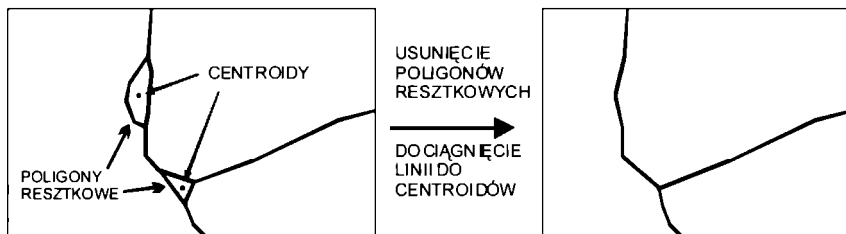
Aby przyporządkować dany poligon resztkowy do jednego z dwóch sąsiadujących terenów należy zastosować jednoznacznie sformułowane kryterium, które określi jego docelowe miejsce.

Prostym kryterium możliwym do zastosowania będzie określenie długości boków poligonu resztkowego z sąsiadującymi obszarami, które można nazwać kryterium długości boku. Przyporządkowanie polegałoby na obliczeniu długości boku sąsiadującego z jednym a następnie z drugim terenem. Następnie długości te byłyby porównywane i poligon resztkowy zostałby przypisany do tego obszaru z którym posiada najdłuższą wspólną granicę. Warunek ten można zapisać w postaci:

$$(a > b \Rightarrow pr \in A) \vee (a < b \Rightarrow pr \in B)$$

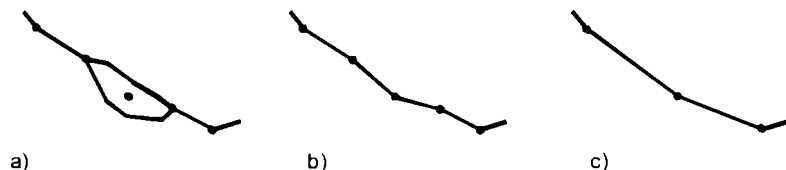
gdzie :
 A, B – obszary sąsiadujące z poligonem resztkowym
 pr – poligon resztkowy
 a – długość boku pr sąsiadującego z A
 b – długość boku pr sąsiadującego z B

Oczywiście kryterium to rozwiązuje jedynie techniczny problem przyporządkowania poligonu resztkowego. Nie oznacza to pewności, że takie przypisanie jest właściwe. Możliwe są przecież przypadki gdy poligon resztkowy powinien znaleźć się w kategorii, z którą ma wspólny krótszy bok. Rozwiązanie to jest jednym z proponowanych w literaturze (Pau Serra Del Pozzo, 1999). Innym sposobem jest wyznaczenie centroidu (środka ciężkości) dla poligonu resztkowego i uznanie go za punkt węzłowy dla linii dochodzących do usuniętego poligonu resztkowego (ryc. 42).



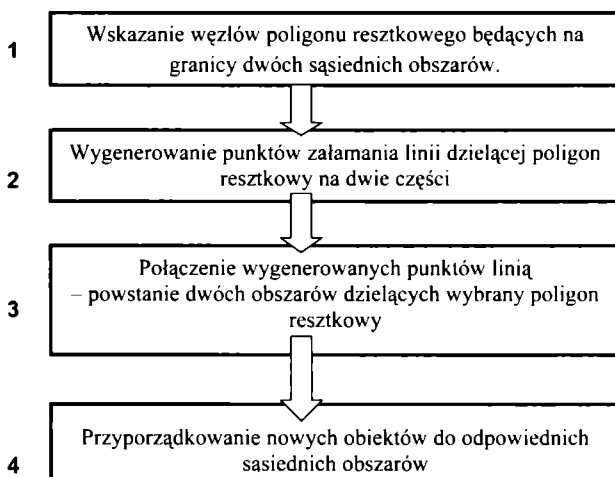
Ryc. 42. Zastąpienie poligonów resztkowych centroidami.

Procedura ta w kwestii dociągnięcia linii do centroidu może podążać dwutorowo. Pierwsza możliwość polega na połączeniu węzła istniejącego w miejscu styku linii oraz poligonu resztkowego z centroidem nową linią (ryc. 43 – b). Druga możliwość polega na przesunięciu węzła usytuowanego na połączeniu linii z poligonem resztkowym do centroidu (ryc. 43 - c).



Ryc. 43. Możliwości zastąpienia poligonu resztkowego przez centroid, a) – stan przed zastąpieniem, b), c) – po zastąpieniu.

Likwidacja poligonów resztkowych poprzez ich zastąpienie centroidami wydaje się dobrą drogą postępowania , jednak w przypadku poligonów rozciągniętych na dłuższym odcinku takie zastąpienie mogłoby zniekształcić obrys danego obiektu. W takim przypadku lepsze byłoby zastosowanie procedury dzielącej każdy poligon resztkowy na dwie części. Jej schemat działania można prześledzić na ryc. 44.

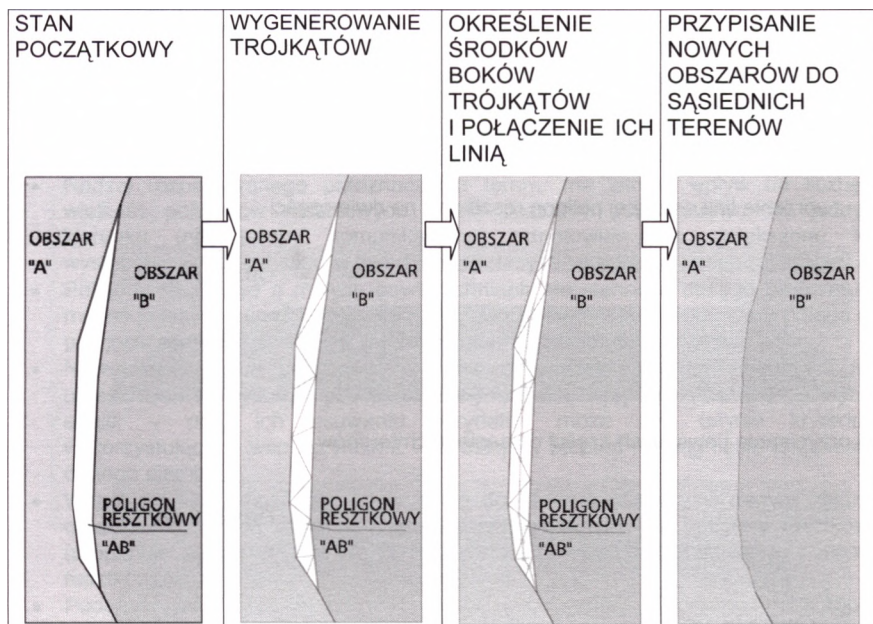


Ryc. 44. Schemat działania procedury dzielącej poligon resztkowy na dwie części.

Pierwszym etapem procedury jest określenie węzłów poligonu resztkowego będących na styku z dwoma sąsiednimi obszarami. Następnie w punkcie 2 schematu następuje wygenerowanie punktów załamania linii dzielącej poligon resztkowy na dwie części. Do tego celu można zastosować triangulację Delauney'a (ryc. 45), lub tworzyć punkty załamania linii jako środki okręgów wpasowanych w poligon. (ryc.46). Stworzone za pomocą jednej z tych metod punkty łączymy tworząc linię dzielącą

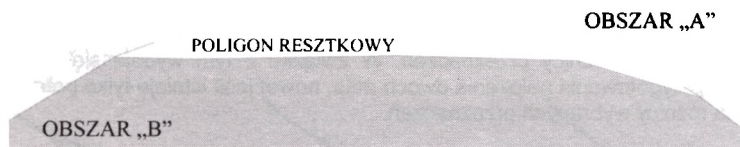
poligon na dwie części. Są one następnie przypisane do sąsiednich obszarów i w tym momencie poligon resztkowy przestaje istnieć.

Po przeprowadzeniu takiej procedury otrzymamy obraz będący nałożeniem dwóch planów pozbawiony poligonów resztkowych. Można z niego również uzyskiwać informację dotyczące różnicy przeznaczeń. W związku z tym wydaje się celowe wcześniejsze przygotowanie nałożenia dwóch map, nawet jeśli istnieje tylko potrzeba wyznaczenia różnicy wybranych przeznaczeń.



Ryc. 45. Podział poligonu resztkowego na dwie części przy wykorzystaniu triangulacji Delauney'a.

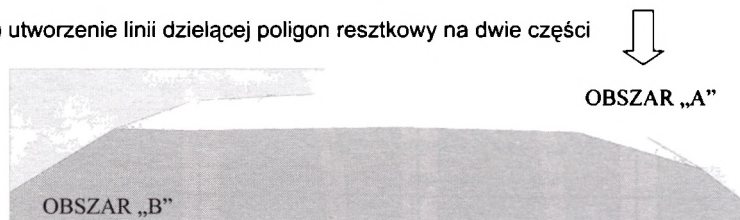
a) stan początkowy



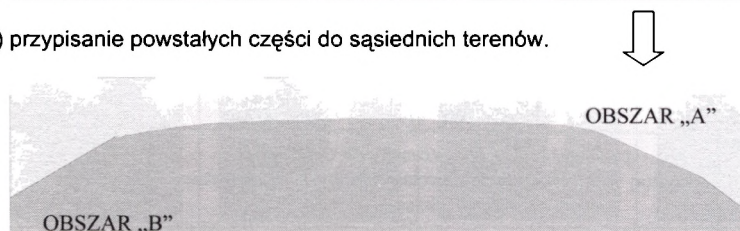
b) wygenerowanie okręgów



c) utworzenie linii dzielącej poligon resztkowy na dwie części



d) przypisanie powstałych części do sąsiednich terenów.



Ryc 46. Podział poligonu resztkowego na dwie części przy wykorzystaniu środków okręgów:

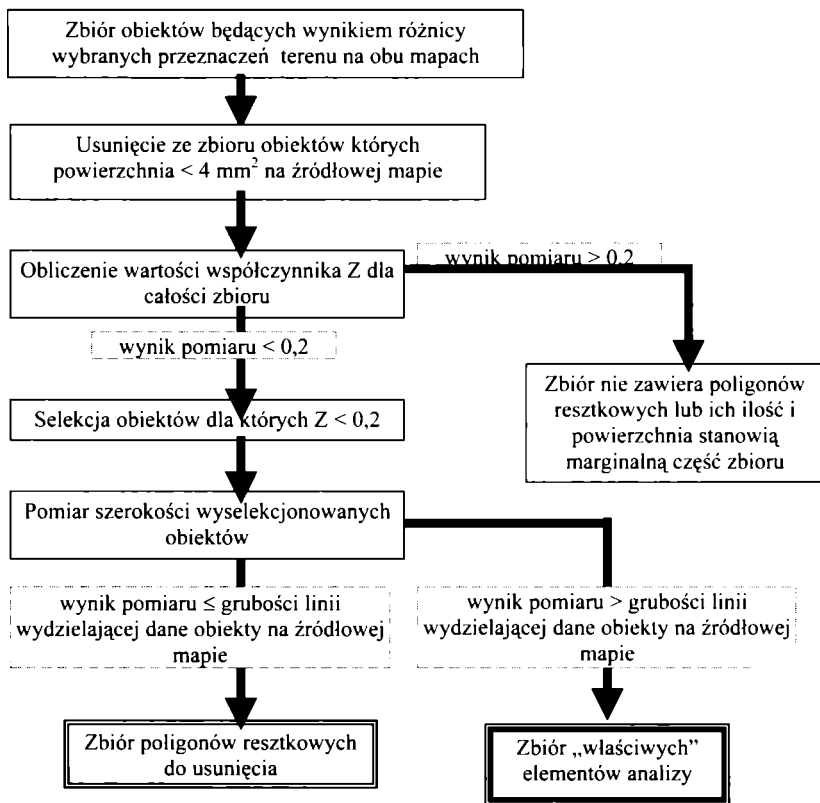
Podsumowanie i wnioski

W wyniku postępowania badawczego przeprowadzonego w niniejszej pracy zidentyfikowano przyczyny powstawania poligonów reszkowych, określono wielkości błędów wynikających z ich powstawania (dla wybranych przeznaczeń terenu w planie zagospodarowania przestrzennego), oraz zaproponowano metody wyszukiwania i eliminacji poligonów reszkowych. Poczynione zostały następujące spostrzeżenia i wnioski:

- Poligony reszkowe powstają podczas nakładania na siebie dwóch map dotyczących tego samego obszaru, uprzednio doprowadzonych do jednakowej skali i odwzorowania (najczęściej wtedy, gdy wyznaczają różnicę dwóch warstw informacyjnych w procedurach GIS-owskich);
- Przy wykonywaniu analiz dotyczących obszarów o tym samym przeznaczeniu w poszczególnych planach zagospodarowania przestrzennego, poligony reszkowe nie powinny występować;
- Ilość i wielkość poligonów reszkowych zależy od kolejnych etapów procesu przekształcania map tradycyjnych do postaci cyfrowej (tzn. skanowania, kalibracji i wektoryzacji);
- Rodzaj rozpatrywanego przeznaczenia terenu ma istotny wpływ na liczbę i wielkość poligonów reszkowych – dla obszarów rozciągniętych w jednym kierunku (np. tereny komunikacyjne) odnotowuje się zwiększone ich występowanie, dla obszarów zwartych (np. lasy) występują w mniejszej liczbie;
- Poligony reszkowe o małych powierzchniach nie stanowią dużego problemu – można je łatwo usunąć korzystając z kryterium powierzchniowego które polega na przyjęciu wielkości 4 mm^2 na źródłowej mapie za wartość graniczną;
- Nawet mała liczba poligonów reszkowych o większych powierzchniach (od określonych w kryterium powierzchniowym) może wpłynąć znacząco na wyniki analiz – przy ich usuwaniu przydatne może być użycie kryterium wykorzystującego współczynnik Z - określający stopień rozciągnięcia (skupienia) danego elementu;
- Współczynnik Z może być użyty także do stwierdzenia czy w danym zbiorze obiektów będących efektem analizy znajdują się czy nie poligony reszkowe (proponuje się przyjąć, że dla $Z < 0,2$ w zbiorze obiektów znajdują się poligony reszkowe);
- Podczas nakładania map (w procesie sumowania) zawierających komplet przeznaczeń terenu dla całego obszaru objętego planem zagospodarowania przestrzennego, wskazane jest podzielenie poligonów reszkowych na dwie części i przypisanie ich do sąsiednich obszarów;

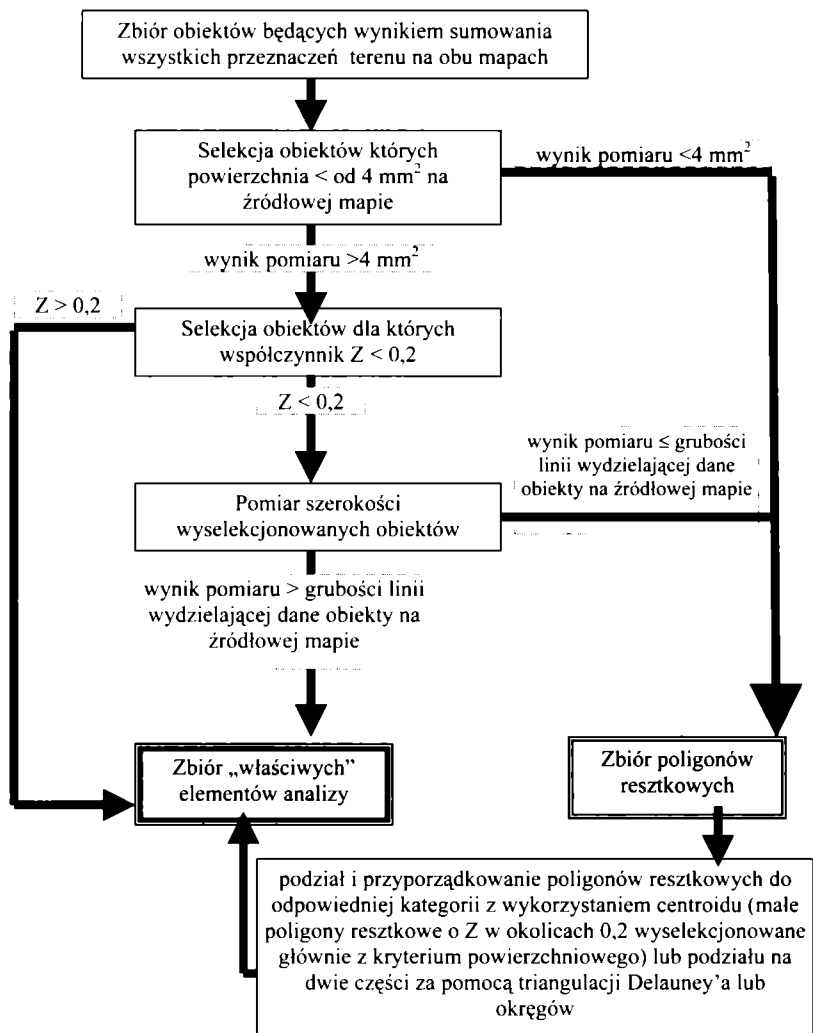
Wydaje się celowe stosowanie takiego jak podano powyżej podziału poligonów reszkowych i odpowiednie przypisanie ich części do sąsiednich obszarów w przypadku wyznaczania sumy jak i różnicy przeznaczeń;

Przeprowadzone badania pozwalają sformułować propozycję praktycznej procedury postępowania przy ujawnianiu, analizie i usuwaniu poligonów reszkowych. Na ryc.47 ukazano schemat postępowania z elementami zbioru już po wyznaczeniu różnicy danych przeznaczeń z dwóch planów.



Ryc. 47. Propozycja toku postępowania zmierzającego do usunięcia poligonów resztkowych ze zbioru powstałego w wyniku wyznaczenia różnicy wybranych przeznaczeń z planu

Efektem takiego toku postępowania jest usunięcie zbioru poligonów resztkowych. Decydując się nie na usunięcie lecz na podział i przyporządkowanie części poligonu resztkowego do odpowiednich (sąsiednich) przeznaczeń terenu, należy wykonać sumę wszystkich przeznaczeń z obu planów i wśród jej rezultatów wyszukać i odpowiednio przyporządkować poligony resztkowe. Na ryc. 48 ukazano natomiast schemat postępowania w przypadku sumowania przeznaczeń z dwóch planów zagospodarowania przestrzennego.



Ryc. 48. Propozycja toku postępowania zmierzającego do usunięcia poligonów reszkowych ze zbioru powstałego w wyniku wyznaczenia sumy wszystkich przeznaczeń z planów zagospodarowania przestrzennego

Jako syntetyczny efekt przeprowadzonego postępowania badawczego można traktować obie propozycje automatyzacji usuwania poligonów reszkowych.

Literatura :

- Bielecki T., 1996. *Metodyka opracowania obrazów rastrowych dla potrzeb bazy danych Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) w skali 1:50 000*. VI Konferencja Naukowo – Techniczna, Warszawa;
- Böhm A., 2001. *Przykład Krakowa – plany na rzecz równoważenia rozwoju w: Trwały rozwój polskich miast nowym wyzwaniem dla planowania i zarządzania przestrzenią*, Politechnika Krakowska;
- Czarnecki K., 1994, *Geodezja współczesna w zarysie*, Wydawnictwo Wiedza i Życie;
- Dąbrowski W., Dąbrowska D., Dзокz A., Lubarski J., 1999, *Czy numerycznie znaczy dokładnie?* Geodeta, nr 4 (47);
- Dąbrowski W., Dąbrowska D., Lewandowicz E., Wierciński T., 1998, *Doświadczalne wyznaczenie dokładności mapy numerycznej z pomiarów bezpośrednich*, VIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Informacji Przestrzennej”, tom I, PTIP, 19-21 maja 1998, Warszawa, s.99-102;
- Gajderowicz I., 1999, *Kartografia matematyczna dla geodetów*. Wydawnictwo Akademii Rolniczo - Technicznej, Olsztyn;
- Gościewski D., 1998 *Metodyka kontroli skanerów stosowanych do pozyskiwania informacji graficznych w procesie tworzenia map numerycznych*. VIII Konferencja Naukowo – Techniczna, Warszawa;
- Gościszewski D., Trzciński B., Wolak B. *Wybrane problemy związane z przygotowaniem obrazów rastrowych do wektoryzacji*;
- Hausbrandt S., 1970, *Rachunek wyrównawczy i obliczenia geodezyjne*. PPWK, Warszawa;
- I/RASB, 1994. User's Guide;
- Ihring S., Ihring E., 1995-oryginal (wydawnictwo:OSBORNE), *Skanowanie dla profesjonalistów* Wydawnictwo RM Warszawa 1998;
- INSTRUKCJA TECHNICZNA G-4, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999r. (Dz. U. Nr 30, poz. 297);
- INSTRUKCJA TECHNICZNA K-1, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999r. (Dz. U. Nr 30, poz. 297);
- INSTRUKCJA TECHNICZNA O-2, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999r. (Dz. U. Nr 30, poz. 297);
- Jaśkiewicz M., 1992, *ZIELONKI plan ogólny gminy – w opracowaniu w: ZAPIS PLANU MIEJSCOWEGO problemy – przykłady –komentarze pod redakcją Zygmunta Ziobrowskiego*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, oddział Kraków;
- Kamiński B., 1996, *Skanery płaskie. Jak skanować*. Warszawa 1996 Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne;
- Kraak, M.-J., Ormeling, F., 1998. *Kartografia: wizualizacja danych przestrzennych*. PWN, Warszawa;
- M.D. Joshi, R. Siva Kumar, 1999. *Some aspects of accuracy in GIS*.
<http://www.gisdevelopment.net/technology/gis/techgi0001pf.htm>;
- Magnuszewski, A., 1999. *GIS w geografii fizycznej*. PWN, Warszawa;
- Miejscowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa - Uchwała nr XXXVII/229/88 Rady Narodowej Miasta Krakowa z dnia 25 kwietnia 1988r.;
- Miejscowy Plan Ogólny Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa - Uchwała nr VII/58/94 Rady Miasta Krakowa z dnia 16 listopada 1994 r.;
- Pasławski J., 1980, *Graficzno - statystyczne sposoby wyznaczania przedziałów klasowych kartogramu*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 12, nr 4, s.149-157;

- Pau Serra Del Pozzo, 1999, *Universitat de Barcelona, G/S Core Curriculum for Technical Programs*. <http://www.ncgia.ucsb.edu/cctpl/>;
- Piórecki J., 1992, *Komentarz do zapisu planu miejscowego na tle wybranych przykładów* w: ZAPIS PLANU MIEJSCOWEGO problemy – przykłady – komentarze pod redakcją Zygmunta Ziobrowskiego, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, oddział Kraków;
- Prawo Geodezyjne i Kartograficzne. Ustawa z dnia 17 maja 1989r. Dziennik Ustaw nr 30;
- Ratajski L., 1989. *Metodyka kartografii społeczno – gospodarczej*. PPWK
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26.08.2003 w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz. Ustaw nr 164, poz. 1587);
- Saliszczew K. A., 1998. *Kartografia ogólna*. Wydawnictwo naukowe PWN;
- Szaflarski J., 1965, *Zarys kartografii*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa;
- Szpunar W., 1982. *Podstawy geodezji wyższej*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa;
- Trafas K., 1999. *Geokartografia czy geoinformacja ?* [w:] Domański B., Widacki W. [red], *Geografia u progu trzeciego tysiąclecia*, Geografia w Uniwersytecie Jagiellońskim 1849-1999, t. 4, Instytut Geografii UJ, Kraków
- Trafas K., 2000. *Development of the city of Kraków as seen through 20 th – century physical plans*, [w:] *Cultural Heritage and Transformation, the case of Kraków*, Final Report, Group Planning, Kraków;
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003r. (Dz. U. Nr 80, poz. 717);
- Ziobrowski Z., 1993. *Polityka rozwoju przestrzennego i ochrony środowiska miasta Krakowa*, Urząd Miasta Krakowa, IGPIK – oddział w Krakowie, Kraków;
- Ziobrowski Z., 1996. *Plany rozwoju Krakowa – ich uwarunkowania i efekty przestrzenno-funkcjonalne*, Folia Geographica, Ser. Geogr. Oec., Vol. XXVII-XXVIII, PAN, Kraków;